This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

18838
d.66

600019910Q

PRESS
SHELF
No

18838 d. 66

QUELQUES RECHERCHES

SUR

LES MARAIS TOURBEUX

EN GÉNÉRAL.

PAR

LÉO LESQUEREUX.

RADCLIFFE LIBRARY
UNIVERSITY
8 APR 79
MUSEUM
OXFORD

[Mémoires de la Société des sciences naturelles de Neuchatel, 3, 1844].

NEUCHATEL (SUISSE).
IMPRIMERIE DE HENRI WOLFRATH.
1844.

AVERTISSEMENT.

En soumettant ces recherches sur les tourbières au jugement de la *Société d'Émulation patriotique,* je dois dire quelles raisons m'ont empêché de suivre le plan publié pour le concours.

J'aurais pu répondre purement et simplement aux questions proposées par la Société; mais ce travail n'aurait pas atteint le but, puisque plusieurs des problèmes les plus intéressants de la formation des tourbières seraient restés sans solution. Ne fallait-il pas, par exemple, une fois la reproduction de la tourbe prouvée, établir les règles qui peuvent aider l'œuvre de la nature, fixer le mode d'exploitation le plus favorable, etc. Mais ceci se rattache tout-à-fait à la pratique, aussi bien que l'influence de la culture et du desséchement sur la tourbe; et une fois cette partie commencée, il n'y avait aucune raison pour la laisser inachevée. La partie scientifique s'excusera peut-être moins facilement. Cependant j'ai cru qu'il n'était pas inutile de mettre cet ouvrage, quelque peu important qu'il soit, à la hauteur des récentes découvertes de l'Histoire naturelle, et de grouper ainsi en un seul faisceau tout ce qui, s'éloignant un peu des connaissances ordinaires, peut servir à éclairer la théorie que j'ai émise de la formation de la tourbe.

J'ai donc établi trois grandes divisions, la théorie, la pratique et la science. Si ce plan a nécessité quelques répétitions, il rendra l'ensemble plus clair, plus facile à comprendre et laissera au lecteur le choix de s'attacher à ce qui l'intéresse le plus.

Il n'existe en français aucun livre spécial sur les dépôts tourbeux. Les observations faites par de Luc sont disséminées dans ses *Lettres philosophiques;* elles n'ont d'ailleurs

aucun côté pratique. Le Manuel de Renaud de la Platrière est si rare qu'il m'a été impossible de me le procurer dans les librairies de Paris, bien qu'il soit cité par Beudant. Et parmi les auteurs allemands, Wiegmann, le seul dont l'ouvrage soit un peu répandu, n'a envisagé la question que sous le point de vue chimique. Si l'on me blâme d'avoir traité le sujet des tourbes d'une manière trop générale, cette lacune, ce besoin d'un ouvrage sur l'ensemble des tourbières, sera mon excuse.

Il y aurait beaucoup à dire pour chercher des excuses aux imperfections de cet ouvrage. Eût-il quelque mérite, je ne pourrais me l'attribuer. Le Conseil d'Etat du canton de Neuchâtel m'a généreusement aidé, en me fournissant les moyens d'entreprendre des travaux que ma position ne m'aurait pas permis de faire. MM. Agassiz, Desor, Godet de Neuchâtel, Ed. Vaucher, Muhlenbeck, Mougeot, M. P. Schimper, naturalistes d'Alsace, se sont intéressés à ces études, et les ont encouragées de leurs bienveillants conseils. Qu'il me soit permis de leur en témoigner ma sincère reconnaissance.

Fleurier, 28 octobre 1842.

QUELQUES RECHERCHES

SUR

LES DÉPOTS TOURBEUX

EN GÉNÉRAL.

RADCLIFFE LIBRARY UNIVERSITY MUSEUM OXFORD 8 APR 70

§. 1. PARTIE THÉORÉTIQUE.

INTRODUCTION.

L'emploi de la tourbe, comme combustible, remonte à une haute antiquité. Les peuples du nord de l'Europe, les habitants des plaines sablonneuses des bords de la Baltique et de la mer du Nord, brûlaient cette matière au lieu de bois dès le temps des Romains. Du moins Pline écrit dans son histoire de la nature, XVI, 1, que les Chauces font leur feu avec une espèce de terre qu'ils font sécher à l'ombre. La combustion accidentelle de quelques dépôts tourbeux aura peut-être fait connaître aux hommes la valeur de la tourbe. Des incendies de cette nature ont dû être jadis assez fréquents, puisqu'ils le sont encore maintenant. Ce que rapporte Tacite dans ses Annales, XIII, 57, en parlant d'une grande combustion du sol dans les environs de Cologne, n'est sans doute que l'incendie d'un marais tourbeux.

Ce n'est cependant guère qu'au milieu du 17e siècle qu'on a commencé à s'occuper de la tourbe sous le rapport technique et scientifique. En 1621, de Lambreville vit pour la première fois exploiter de la tourbe en Hollande, et fit connaître ce nouveau com-

bustibles à la France. Le premier ouvrage sur cette matière fut écrit par Schook, Hollandais, en 1658. C'est un livre rempli d'erreurs et d'observations fausses, qui eut pourtant le mérite d'attirer l'attention des savants sur la formation des combustibles minéraux. En 1663, Charles Patin publia à Paris son *Traité des tourbes* qui mérite à peine d'être mentionné. Degner, Hollandais, est le premier qui paraît avoir sérieusement observé les marais tourbeux et décrit quelques-uns des accidents les plus fréquents qui s'observent à leur surface. Après lui et à mesure que le besoin de combustible s'est fait sentir dans quelques états de l'Europe, on s'est toujours plus préoccupé d'un sujet qui semble au premier coup-d'œil fort peu intéressant et de médiocre importance. Des sociétés savantes ont proposé des prix. Celle de Gœttingue en 1750, couronna un ouvrage de Bansen ; dix ans plus tard celle de Copenhague accepta celui d'Abildgaard (1) etc. Ainsi, un assez grand nombre de traités ont été successivement publiés surtout en Allemagne, autant pour chercher à expliquer la formation de la tourbe que pour indiquer les meilleurs moyens de tirer parti du combustible. En 1831, l'académie de Berlin ayant de nouveau mis au concours la question de la *production et de l'essence de la tourbe*, Wiegmann, professeur de Brunswig, en fit le sujet d'un mémoire. Ses idées sont généralement admises, parce qu'elles sont fondées sur de sérieuses analyses chimiques.

Comment se fait-il que malgré ces savantes recherches, ces nombreuses publications, la tourbe soit encore si peu connue, si peu étudiée, c'est ce qu'il est assez difficile d'expliquer. Il est dans la nature de ces faits qui attirent peu l'attention, soit que pour les reconnaître il faille des études préparatoires fort longues et des spécialités très-caractérisées ; soit que par leur simplicité même ils échappent aux continuelles investigations des curieux. On ne peut d'ailleurs étudier la matière tourbeuse et sa formation que sur les marais mêmes, et ces plaines humides, uniformes, abandonnées ont dans leur aspect quelque chose de peu attrayant. Et comme la nature n'élève la croissance de la tourbe qu'avec une extrême lenteur ; que le phénomène ne peut être appréciable à l'œil même des vieillards ; que les plus belles hypothèses de cabinet sont ordinairement renversées par les observations locales qu'on peut faire varier à l'infini, on se contente de notions vagues sur cette partie de la géologie qui au premier abord semble à la portée de tout le monde. Ainsi se sont accréditées une foule d'erreurs qui n'ont aucun fondement réel. Emises par quelque savant, elles reparaissent invariablement chez tous les auteurs qui ont traité le même sujet, et qui trouvent plus commode de jurer sur la foi du maître que de reprendre ses observations pour les contrôler.

(1) *Dau* Neues Handbuch über den Torf. Page 2.

La question de la production des marais tourbeux mériterait cependant une étude attentive et suivie. Sans parler des profits que certains gouvernements retirent de l'exploitation de leurs tourbières, chacun convient que le bois devient chaque année plus rare, que les forêts s'éclaircissent et disparaissent, et l'on sent de plus en plus le besoin d'utiliser une matière qui le remplace dans les cas les plus pressants. Mais l'incurie qui a amené la destruction des forêts s'oppose également à l'exploitation des marais tourbeux. Le principe de la reproduction de la tourbe n'ayant été jusqu'à présent ni bien expliqué ni généralement admis, les propriétaires les plus économes se bornent à perdre le moins possible de la matière qu'ils enlèvent au sol, sans s'inquiéter s'ils favorisent ou s'ils anéantissent les chances d'une régénération dont ils ne tireront aucun profit. Car les hommes n'aiment pas à prévoir un avenir difficile pour d'autres, quand leurs propres besoins sont satisfaits sans peine. Chaque génération lègue volontiers à la génération suivante sa science, ses monuments et sa gloire; mais difficilement une part d'un tranquille bien-être qui lui coûterait quelques sacrifices et un peu de son repos. Ainsi généralement, dans notre Jura du moins, on prend la tourbe où on peut l'enlever avec le plus de facilité, sans s'inquiéter nullement des chances de reproduction. On l'exploite sans ordre, en creusant des canaux souvent nuisibles aux propriétés voisines; où en s'ôtant à soi-même toute possibilité d'une exploitation subséquente. Si les inconvénients très-graves qui résultent de ce désordre et de cette ignorance, sont maintenant peu appréciés, ils deviendront bientôt d'autant plus sensibles, qu'une fois le mal établi, il sera presqu'impossible de le réparer.

Ce petit travail qui doit répondre aux questions proposées par la Société d'émulation patriotique du canton de Neuchâtel, a essentiellement pour but d'attirer les regards de l'autorité sur nos dépôts tourbeux menacés d'anéantissement. Nos hautes vallées jurassiques n'ont presque plus d'autre combustible que la tourbe. Sans ce moyen offert par la nature aux habitants des contrées froides, pour lutter contre les rigueurs du climat, nos vastes foyers d'industrie seraient peut-être abandonnés; or l'avenir de notre patrie est intéressé au bien-être de ces nombreuses populations d'ouvriers qui vivent d'un travail sédentaire dans la température glacée de nos montagnes. Cette idée ne suffirait-elle pas pour rendre le sujet intéressant et pour stimuler les recherches et les expériences qui devront un jour résoudre les questions qui restent encore problématiques?

CHAPITRE Ier.

ASPECT GÉNÉRAL DES MARAIS TOURBEUX.

Vue de loin, la surface des dépôts tourbeux de quelque étendue paraît entièrement plane et horizontale. Tel est l'aspect que présente le fond de la vallée des Ponts quand on la voit depuis le Creux du Vent; telle est encore la vaste plaine des marais du Seeland, qui ressemble assez à un grand lac recouvert d'un verdoyant tapis de végétaux. De près, la vue d'une plaine tourbeuse a quelque chose de triste. La végétation en est uniforme. Ce sont des gramens courts et ligneux, qui ne sont entremêlés que bien rarement de quelque fleur à gracieuse corolle et à couleur éclatante; ce sont des lits épais de mousses jaunâtres, parmi lesquelles surgissent quelques arbustes rabougris couverts de lichens, et les feuilles allongées des joncs. Çà et là des bruyères et des airelles, quelques bouleaux dont la blanche écorce contraste avec la verdure de leur maigre feuillage, des pins dont la croissance semble arrêtée par une vieillesse anticipée, et quelques chétifs peupliers au tronc noueux et courbé. Partout le silence et la monotonie, car, à l'exception de certains insectes, aucun animal ne se plaît sur ce sol spongieux et détrempé, où le pied de l'homme ne se hasarde qu'avec précaution. Cette spongiosité, ce peu de consistance de la surface des marais tourbeux sont tels, que dans quelques localités, sur les sommets du Rhoën, en Thuringe, par exemple, il y a du danger à les parcourir et surtout à s'arrêter long-temps au même lieu, puisque la couche supérieure qui recouvre parfois un limon presque liquide, est formée d'un tissu de végétaux encore trop mince et trop peu compacte pour soutenir le poids du corps sans se briser.

Cette triste apparence est cependant quelquefois déguisée par des accidents particuliers. Ainsi, certains dépôts tourbeux sont enfouis sous des couches de sable ou d'humus que le temps a rendues fertiles. La culture s'est souvent emparée de ce sol et de riches campagnes s'étendent sur des matières combustibles que les hommes découvriront plus tard pour leurs besoins. M. Smith a même observé des dépôts tourbeux dans l'île de Madère, sous quelques centaines de pieds de calcaire compacte; ils sont par conséquent antérieurs aux derniers soulèvements géologiques du globe. Le plus souvent les marais tourbeux, avec leur végétation particulière et très-peu variée, remplissent le le fond des vallées humides et froides, s'étendent au bord des lacs, sur les rivages de

la mer ou suivent le cours des fleuves qui coulent lentement dans des contrées basses où leurs eaux s'étendaient jadis.

Cependant la tourbe ne se trouve pas seulement là où il a existé un amas d'eau permanent. Ces dépôts couvrent quelquefois des crêtes de montagnes arrondies et descendent en manteau sur leurs flancs [1]. Dans les Alpes et les Vosges, comme en Irlande, on les observe souvent sur des pentes mêmes assez fortes, inférieures aux petits lacs ou aux glaciers qui les arrosent.

Leur étendue varie autant que leur gisement. Vers le nord, les marais tourbeux sont des plaines immenses où l'on ne peut pénétrer qu'en hiver. Dans le milieu de l'Europe et dans nos vallées jurassiques, ils ont une étendue très-variable, de quelques toises à quelques lieues carrées; dans les montagnes plus élevées, leur grandeur diminue et on en rencontre qui n'ont que deux à trois pieds de superficie. Les différences qu'on observe dans la profondeur et l'aspect extérieur des couches, dans la couleur, le poids et la composition de la matière tourbeuse, sont également variées à l'infini.

Il est toutefois deux grandes divisions qu'il importe de bien établir pour faciliter les recherches à faire sur les marais tourbeux. Ces divisions ont été d'ordinaire méconnues. Plusieurs auteurs ont écrit leurs livres après l'inspection d'un seul genre de dépôts, et il en est résulté de graves erreurs et des opinions qui ne pouvaient être justes qu'accidentellement; d'autres, au contraire, ont voulu admettre un grand nombre de formations différentes, et ont ainsi compliqué sans nécessité le problème de la formation de la tourbe. En observant avec attention les diverses couches de tourbe mises à découvert par les exploitations, on peut tout d'abord se convaincre que plusieurs d'entr'elles se sont formées sous l'eau, tandis que d'autres se sont élevées sur un sol tant seulement humecté et sans avoir jamais été immergées. Les faits cités en preuve de la formation de la tourbe vont établir mieux encore cette distinction des marais *supra-aquatiques* ou *émergés* et des marais *infra-aquatiques* ou *submergés*. Il peut arriver sans doute que la première de ces deux formations soit superposée à la seconde; mais toutes les formes accidentelles n'en trouveront pas moins leur place dans l'une ou l'autre de ces deux catégories.

(1) Mougeot in-litter.

CHAPITRE II.

PREUVES DE LA FORMATION DE LA TOURBE.

La tourbe est-elle un composé des débris de végétaux qui ont cru et qui croissent encore à la surface des marais, ou bien est-elle, comme l'ont prétendu quelques auteurs anciens, un dépôt laissé dans les bas-fonds par le déluge ou de grandes inondations et dont la matière est tout-à-fait indépendante de la végétation supérieure. Bien que cette dernière hypothèse ne soit plus admise par personne et qu'elle soit éliminée par les plus simples observations, elle a cependant été soutenue par des hommes trop célèbres pour qu'il soit possible de passer leurs opinions sous silence. Le chimiste Stehl, les naturalistes Scheuchzer et Funk ont prétendu que la tourbe est une substance purement minérale, une terre mélangée de résine, d'huile, de soufre et d'autres matières qui la rendent combustible. Ce n'est là qu'une modification de l'idée de Charles Patin, le premier auteur français qui ait écrit sur la tourbe ; il dit : *qu'elle est un amas de terre dans laquelle il y a une disposition de longue main qui la met en état de faire du feu et de l'entretenir* (1). *Cette matière s'engendre continuellement de même que le bitume et le soufre qui entrent dans sa composition* (2). Un certain Patridophilus, cité par Wiegmann (3), soutient que par le déluge tout un monde organique s'est trouvé enfoncé sous les eaux; que plus ou moins détrempé, divisé, soulevé par les flots, il a été de nouveau déposé sur la terre, que les parties les plus volumineuses, les plus pesantes, ont été entraînées vers les lieux bas et qu'elles y ont formé originairement les marais les plus anciens et les meilleurs pour la qualité de la tourbe; que la partie supérieure, la moins compacte des dépôts, a été formée par le reste de ces matières qui, arrêtées sur des pentes et des collines supérieures, ont été dans la suite entraînées et entassées sur les anciens dépôts par les pluies et d'autres accidents. Riem (4) attribue la formation de la tourbe à la fertilité du fond de la mer qui, dans de grandes inondations, aurait jeté sur ses rivages et même dans l'intérieur des terres, des végétaux dont la décomposition aurait produit le com-

(1) Traité des tourbes combustibles, par *Ch. Patin* (1663) page 17.

(2) Id. page 23.

(3) *Wiegmann* Uber die Entstehung, Bildung und das Wesen des Torfes.

(4) *Riem* Abhandlung vom gesammten Torfwesen. Dresden 1794.

bustible. Bose [1] est à-peu-près du même avis; cependant il modifie ce système en disant que les marais continuent à la vérité de s'élever par la décomposition des plantes qui les couvrent, mais que le principe de cette formation est dû au transport de couches sous-marines qui auraient été déplacées par les cataclysmes terrestres, tout comme les autres couches géologiques. Sur ces matériaux primitifs, germe d'une végétation particulière, se seraient entassées d'autres parties combustibles qui auraient augmenté la masse de tourbe qui existait déjà dans le principe; des îles de débris flottants auraient jailli du fond des mers pour aller s'arrêter dans les vallées et même sur les montagnes. Cette théorie ne diffère de la précédente qu'en ce qu'elle attribue à la masse primitive cette faculté particulière, de nourrir des plantes tout-à-fait différentes de celles qui croissent sur d'autres sols et de s'accroître de leur substance.

Plusieurs auteurs enfin, Voigt le premier [2], ont pensé que la tourbe est une espèce de végétation souterraine et particulière, un tissu de racines qui continue à croître, à s'élever de lui-même, sans que les plantes de la surface aient aucune influence sur cette croissance. Deux Anglais, le docteur Plott et le docteur Anderson, ont encore, en 1799, soutenu cette opinion et envisagé la tourbe comme un véritable végétal *sui-generis*, composé de débris d'autres plantes.

Ces diverses opinions n'ont pas besoin de réfutation sérieuse. Les preuves de la formation de la tourbe par décomposition successive des plantes de la surface, montreront assez combien elles sont peu fondées.

En effet, il suffit de suivre un instant l'exploitation d'un seul de nos dépôts tourbeux jurassiques, pour se convaincre que la matière combustible repose d'ordinaire sur une terre noire dans laquelle on trouve déjà enfouis une grande quantité de troncs et d'arbres entiers de même espèce que ceux qui croissent encore sur les marais ou dans les forêts voisins. En s'élevant du fond vers la partie supérieure d'une tourbière, on reconnaît encore facilement que ces arbres et ces troncs sont mêlés à la masse entière, non point sous la forme de débris flottés, mais tels qu'ils ont dû croître, avec leurs filaments radiculaires, leurs rameaux les plus faibles, les plus fragiles, et sans présenter aucune de ces formes émoussées qu'on voit toujours plus ou moins sur les bois qui ont été entraînés par les eaux. En poursuivant ces observations sur les restes de plantes qui sont assez bien conservés pour pouvoir être analysés et reconnus, on retrouve d'ordinaire dans toute l'épaisseur de la masse tourbeuse les mêmes espèces que celles qui couvrent la surface, et dans les marais d'eau douce, on ne voit jamais une seule parcelle de plantes ma-

(1) *Bose* Das ganze von der Torfwissenschaft. Leipzick, 1802.

(2) *Voigt* Versach einer Geschichte der Steinkohlen, Braunkohlen und des Torfes. Weimar, 1782.

rines. Si l'on observe la coupe verticale d'une couche de tourbe, après l'exploitation, et qu'on redescende de la partie supérieure vers le fond, on voit les végétaux vivans qui conservent encore toutes leurs formes, les perdre peu-à-peu par des nuances insaisissables et arriver enfin à l'état de tourbe. Les plantes herbacées se noircissent les premières, elles se décomposent et forment une pâte de plus en plus compacte, dans laquelle les arbustes ligneux, comme les bruyères, les airelles, les bouleaux nains, paraissent encore avec toutes leurs formes, leur écorce, leurs fruits, etc., qu'ils conservent souvent jusque dans les couches les plus basses. Cette décomposition successive et proportionnée à la profondeur où sont les plantes, prouve d'abord que les marais tourbeux n'ont pas été apportés dans les vallées par des inondations, mais qu'ils ont été formés sur les lieux mêmes, puisque, s'il en était autrement, la matière aurait la même apparence dans toute son épaisseur. Elle montre en outre que ces marais, entièrement composés de végétaux qui sont encore à la surface, ne peuvent devoir leur origine à quelque mode de croissance souterraine dont on serait au reste fort embarrassé d'expliquer la nature.

L'existence antérieure de forêts sur les lieux mêmes où gisent les dépôts tourbeux, et leur croissance après la destruction de quelques-unes de ces forêts, sont attestées par une foule d'observations dont il est bien facile de tirer des conclusions. Rennie, auteur anglais, dont nous apprécierons les opinions, dit que sous un grand nombre de tourbières de la Grande-Bretagne on trouve des forêts entières renversées sans doute par des ouragans, puisque tous les arbres y sont couchés dans le même sens à côté des troncs encore debouts et brisés à la hauteur de quelques pieds. La couronne des arbres est tournée vers le nord-est et c'est bien du sud-ouest que soufflent en Angleterre les vents les plus violents. M. Shuttleworth, savant botaniste irlandais, a observé la même chose au fond de la plupart des tourbières basses de sa patrie. Ce phénomène, à peine modifié, a également été reconnu en Hollande et dans le nord de l'Allemagne. Sprengel rapporte que le grand marais de Giffhorn, principauté de Lunebourg, qui a une épaisseur de vingt-six à vingt-huit pieds, une longueur de six lieues et une largeur d'une lieue, repose sur une forêt de pins, de chênes et de bouleaux renversés par les flammes, car tous les arbres et leurs racines portent des marques évidentes des atteintes du feu. En soumettant le charbon aux analyses chimiques, l'auteur s'est convaincu qu'il n'est nullement le résultat d'oxidation ou de combinaisons souterraines, mais produit par une cause toute naturelle.

J'ai moi-même observé dans les marais des Ponts (Jura), un cas analogue et fort curieux. Cette année même (1842) une exploitation vis-à-vis des Cœudres a mis à découvert des dépôts de cendres d'une épaisseur de un à deux pouces sous lesquels la tourbe

est carbonisée à trois pouces de profondeur. Ces cendres sont nécessairement dues à une combustion qui a jadis eu lieu à la surface. La croissance continue les a recouvertes ensuite de huit pieds de tourbe. Non-seulement ces dépôts de cendres ne peuvent pas être envisagés comme des restes d'un embrasement souterrain, puisque par la privation de l'air il n'y aurait eu qu'une simple carbonisation, mais on est même forcé de les admettre comme des preuves de travaux humains. En effet, ces amas de cendres formés en cercles, sur un diamètre de deux pieds environ, sont au nombre de douze à quinze éloignés les uns des autres de quelques pas et tous à la même distance. Ils représentent parfaitement les feux qu'on allume encore souvent à la surface des tourbières quand on veut les cultiver. Car alors les habitants de nos montagnes entassent ainsi par monceaux séparés les débris de la découverte et les brûlent pour préparer le labour.

De ces faits, nous sommes en droit de tirer les mêmes conclusions que des analyses végétales. On ne peut admettre comme dépôts diluviens, ces matières qui recouvrent des forêts de notre époque, des forêts qui n'ont pu croître qu'après les dernières inondations historiques. On ne peut admettre comme germe de la formation de la tourbe ni dépôt marin, ni couche minérale, puisque le sol que recouvraient ces forêts est le même que celui sur lequel vivent encore les arbres de même espèce et ne peut être différent. Il faut donc que la croissance de la tourbe ait eu son commencement, puisqu'elle n'a pu s'élever subitement, et telle qu'elle a commencé, elle a dû se continuer à travers les siècles, comme elle se fait encore de nos jours.

Quelques preuves historiques viendront à l'appui de cette opinion, qui n'est d'ailleurs maintenant combattue par personne.

On trouve souvent au fond des marais des troncs d'arbres qui portent évidemment l'empreinte de la hache. J'ai vu moi-même ces empreintes sur des troncs extraits de nos tourbières jurassiques. Elles étaient surtout très-visibles sur une grosse souche de chêne d'une dixaine de pieds de longueur, que des ouvriers retirèrent cette année du fond des dépôts tourbeux des Verrières. Dans les marais des Ponts, des hommes dignes de foi ont vu aussi, au fond des exploitations, des arbres dont le tronc avait été visiblement coupé. Rennie raconte que dans le marais près de Renssew, il a vu extraire de la tourbe un tronc dans lequel était implantée une hache de fer d'une forme particulière. Et au fond du marais de Halfied suivant le même auteur, on a trouvé quelques arbres coupés, d'autres percés, d'autres à demi fendus au moyen de coins de bois et de pierre ; auprès étaient des haches brisées semblables à celles que les Romains employaient pour leurs sacrifices. Ces restes d'ustensiles romains se rencontrent encore assez souvent au fond des dépôts tourbeux. On a recueilli en Hollande, en Allemagne, en Angleterre, etc., des médailles, des cruches, des arrosoirs, des vases de cuivre et de terre. Et si l'on voulait pré-

tendre que ces objets se sont enfoncés dans la tourbe par la facilité avec laquelle cette matière se laisse traverser par les corps pesants, assertion que j'envisage comme fausse, on ne pourrait cependant faire la même objection pour les constructions en bois qu'on a trouvées aussi recouvertes de couches de tourbe très-épaisses. Sur les deux bords d'un marais de Kinkardine, on voit à la surface du sol les deux extrémités d'une route romaine dont le milieu s'enfonce sous la tourbe. L'exploitation a mis à découvert cette chaussée à huit pieds de profondeur. Elle est faite de deux assises, l'une de pièces de bois de neuf à douze pouces d'épaisseur, posées dans le sens de la longueur, l'autre de plateaux pris en travers et d'une épaisseur moitié moindre. Dans la province Hollandaise de la Drenthe, on a retrouvé dans une construction à-peu-près semblable et sous une couche de tourbe de huit à dix pieds d'épaisseur, un pont de bois construit par Germanicus dans sa campagne en Germanie (1). On peut aussi dans notre Jura citer un fait semblable; car il existe depuis le village des Ponts à travers le marais, parallèlement à la route maintenant établie et à une vingtaine de pieds de distance, une ancienne chaussée en bois recouverte de trois pieds de tourbe. La construction en est tout-à-fait la même que celle de la voie romaine de Kinkardine, et selon la tradition elle était encore viable en 1517, on la trouve mentionnée dans des actes de cette époque sous le nom de Pontinet.

Ces constructions à large surface auraient-elles pu aussi s'enfoncer dans la tourbe? c'est ce qu'il est impossible d'admettre. L'effort de soulèvement causé par les gelées a dû être au contraire très-considérable et très-sensible. On ne peut donc donner d'autre explication de ces faits si ce n'est celle d'un envahissement successif des végétaux qui composent la tourbe, et qui, s'étant établis sur ces chaussées humides, ont fini par les recouvrir et par les enfouir sous leurs débris annuels, dès qu'elles ont été abandonnées. Ainsi le milieu même des couches tourbeuses comme le sol sur lequel elles reposent, fournissent des preuves évidentes de la croissance de la tourbe. La surface pourrait en donner aussi, si celles que nous avons citées ne suffisaient pour dissiper tous les doutes.

Tous ceux qui habitent dans le voisinage des hauts marais du Jura sont convaincus qu'ils ne cessent de s'élever. Cette élévation est même parfois si rapide que dans les années pluvieuses, on peut pour ainsi dire la mesurer à l'œil. Il existe, par exemple, dans quelques marais de l'Allemagne, de petits monticules de sable qui surgissaient jadis au milieu des vallées tourbeuses, que les habitants se souviennent d'avoir vus et dont ils citent les noms. Maintenant ils sont enfouis et cachés sous la tourbe qui, après s'être élevée jusqu'à leur niveau, a fini par les recouvrir. Ceci donne la meilleure raison possible

(1). Professeur Senf in litt.

de la constante horizontalité des marais tourbeux. Au moyen de quelques observations trigonométriques, il serait facile de mesurer cette croissance pendant un certain nombre d'années. Car si, d'un point fixe sur le bord d'une vallée, on en aperçoit un autre vis-à-vis par une ligne qui touche la surface du dépôt tourbeux, il y aura nécessairement interruption dans la ligne visible, si la tourbe continue à s'élever. On trouve ainsi dans nos marais tourbeux jurassiques une foule d'exemples isolés qui ont pu donner aux plus simples la preuve la plus positive de la croissance des tourbières. Le capitaine Benoit, botaniste distingué, placé sur un pont qui traverse le ruisseau près du village des Ponts, voyait dans son enfance, à travers le marais, tout le toit d'une maison située sur le revers septentrional de la vallée. Dans sa vieillesse, il n'en apercevait plus que le pignon. Depuis quelques années que cet homme est mort, le dépôt tourbeux placé entre les deux points visibles s'est élevé assez pour qu'on ne puisse plus rien apercevoir de la maison. Serait-il besoin de citer d'autres observations analogues pour prouver que l'entassement des débris de plantes qui croissent sur les marais tourbeux en augmente sans cesse la massse, et que c'est à cet entassement qu'est due leur origine?

CHAPITRE III.

OPINION DES AUTEURS MODERNES SUR LA FORMATION DE LA TOURBE.

Tous les auteurs modernes qui ont écrit sur la formation de la tourbe ont rejeté l'hypothèse d'un dépôt instantané de matières, pour reconnaître une élévation par couches successives produite par la décomposition des végétaux qui croissent à la surface du sol. La question pour en être réduite à ce point, est loin d'être résolue. En effet, quelle est la cause de cette singulière formation? Est-elle un résultat pur et simple de la vie végétale? Les éléments chimiques qui se trouvent mélangés à la matière sont-ils accidentels, secondaires, des effets de la fermentation ou de quelque modification dans la forme primitive, ou devrons-nous admettre la préexistence de quelqu'un de ces éléments comme

nécessaire à la croissance de la tourbe. Comme une hypothèse ne peut être vraie qu'autant qu'elle explique tous les phénomènes connus, toutes les formes sous lesquelles se montre le travail de la nature, nous passerons en revue ceux des systèmes qui ont eu le plus de célébrité, afin de savoir s'il en existe un qui satisfasse à toutes les exigences des faits, et qui ne laisse rien de problématique.

S'il est peut-être un peu long de suivre ainsi les théories les plus connues pour les réfuter, ce travail n'est point inutile. Il servira à faire mieux connaître quelques-unes des circonstances particulières dans lesquelles se rencontrent les tourbes, à montrer mieux les diverses apparences de la matière et les accidents qui ont agi sur certains dépôts pour y produire des modifications que les généralités ne sauraient expliquer.

Le premier système qui mérite d'être étudié est celui qui attribue la formation de la tourbe à la destruction des forêts et à l'agglomération et la décomposition de leurs débris. Des savants très-distingués, surtout des Anglais, ont soutenu cette opinion. Nora en 1761 (1) écrit : « que dans les temps anciens le sol étant partout recouvert d'épaisses forêts, les débris ligneux furent chaque année emportés vers les bas-fonds marécageux ; que les arbres qui croissaient dans le voisinage se pourrissant, tombèrent et augmentèrent la masse tourbeuse, et qu'enfin les graminées, les joncs et les roseaux, s'étant établis dans ces eaux basses, aidèrent à l'accroissement de la tourbe. »

Stevinus (2), à la fin du 17me siècle, affirme : « que tous les marais tourbeux ont été originairement d'épaisses forêts situées dans des lieux bas et humides, et qu'ainsi les forêts qui subsistent encore dans les mêmes circonstances seraient avec le temps changées en marais si on les laissait intactes. Car les arbres, périssant à la longue, seraient renversés par les vents ou par d'autres causes et formeraient bientôt après, par leur décomposition, une couche de tourbe de quelques pieds de hauteur. »

Arends (3), *(Agriculture de la Frise orientale),* modifiant cette hypothèse, s'exprime ainsi dans un langage très-poétique : « Il y a bien des siècles que tout le nord de l'Allemagne était encore recouvert par la mer. Tout-à-coup les eaux de l'Océan se retirèrent, peut-être par la destruction de cette grande Atlantide dont Platon, entre autres, nous parle. La Prusse, le Danemarck, la Hollande, la Frise orientale et toute l'Allemagne du nord sortirent des flots. Mais cette nouvelle création était déserte et vide. On n'y voyait nulle trace d'animal ; aucun oiseau n'y faisait entendre ses chants ; aucune plante ne venait y fleurir. C'était un immense désert de sable qui avait en longueur trente à

(1) Dau, pag. 81 et suivantes.

(2) Dau, pag. 82.

(3) Dau, pag. 83.

quarante journées et une largeur de huit à douze. Des contrées plus élevées, les vents et les torrents du ciel apportèrent d'abord des semences de toute espèce. Les plantes parurent, les forêts s'élevèrent et la végétation attira les animaux sur ce sol désert. Bientôt les forêts devinrent plus épaisses surtout dans les contrées basses, et les rayons du soleil ne pouvant plus pénétrer sous leur feuillage épais, il s'y forma un acide dans les eaux qui ne pouvaient s'écouler. Les débris de bois, les broussailles, les plantes se changèrent en une terre acide, stérile, qui forma le sol tourbeux. Les arbres périrent peu-à-peu, furent renversés et devinrent un aliment pour le marais. Et quand la plaine fut découverte et exposée à l'action de l'air et des rayons solaires, il était trop tard; la nature du sol ne put être changée, car il était imprégné de cet acide. L'eau des pluies s'y mêla et ainsi commencèrent à croître les plantes marécageuses qui convenaient à ce sol et qui firent de plus en plus élever ce dépôt primitif. »

A cette brillante hypothèse succède celle d'Andersen, *(Le duché de Sleswig a-t-il à craindre une disette de combustible)*, qui répète l'exposé précédent, en le modifiant par l'opinion de Nora. «Les forêts, dit-il, qui couvraient le sol, périrent sur place après avoir atteint leur âge naturel. L'air et l'eau ayant décomposé de grands végétaux et porté les débris dans les lieux bas, il se forma une espèce de bouillie végétale, masse brune, gélatineuse, gluante, qui contenait des acides, des résines, des éléments divers, suivant les diverses espèces d'arbres dont elle était composée. Des vallées plus ou moins grandes, jadis couvertes ou environnées de bois, devinrent ainsi les tombeaux des forêts. L'eau fit les fonctions de fossoyeur pour entraîner ces matières, les enfouir dans leurs gommes, leurs résines, leurs sels, leurs acides, etc., et les conserver comme des momies pour les âges futurs. Ainsi les arbres qui croissaient dans le voisinage et qui n'étaient point encore décomposés, renversés par les vents ou *amenés par les torrens et les inondations* (1), furent comme embaumés dans ce limon où nous les trouvons encore aussi frais qu'ou moment de leur chute. La nature recouvrit ces cimetières de végétaux d'un tapis bigarré de certaines plantes que nous connaissons maintenant comme espèces particulières à la tourbe, et qui puisèrent leur nourriture là où d'autres végétaux n'auraient pu vivre à cause de l'acidité et de l'acreté de ces bois rendus fluides. Ces plantes aussi périrent, se décomposèrent et augmentèrent ce limon qui se raffermissant de plus en plus, produisit par sa maturité ce que nous nommons tourbe. »

Le plus ardent et le plus savant défenseur de ce mode de formation est Rennie. Dans ses *Essays on the natural history and origin of Peat Moss*, il rapporte, pour l'appuyer, une

(1) Curieuse idée qui suppose des torrents assez forts pour amener des grands arbres, tout en laissant sur place la bouillie qu'ils traversent!

foule de détails et de faits historiques qui prouvent une vaste érudition et de nombreuses recherches, mais dont on ne peut malheureusement tirer aucune conclusion certaine sur le mode de croissance de la tourbe et sur son origine. Quelque intéressantes que soient en effet les preuves historiques, il est difficile et dangereux de s'en servir pour expliquer le travail de la nature. Dans le cas particulier, par exemple, les circonstances dans lesquelles se présentent les dépôts tourbeux sont si variées, qu'une affirmation vraie pour un lieu ne l'est plus pour un autre. Ainsi, nous l'avouons, cette théorie de la formation des marais tourbeux par la destruction primitive des forêts, semble prouvée par un grand nombre de faits. Sans rappeler les narrations de Tacite, de César, de Tite-Live, de Pline, etc., il est certain que l'Europe, le nord surtout a été fort long-temps couverte d'immenses forêts presque impénétrables, dont les débris auraient pu former de puissantes couches de limon végétal. Et si l'on n'a observé que les hauts-marais, ceux que nous avons nommés supra-aquatiques, on aura pu facilement en conclure que la tourbe ne se forme que sur des dépôts d'arbres, puisqu'on la trouve presque toujours ou superposée à des troncs, à des racines, ou entremêlée d'une grande quantité de souches ligneuses. La terre noire qui est d'ordinaire au fond de ces dépôts semble aussi avoir été formée par les premiers débris des végétaux ligneux, et il est évident qu'elle a la plus grande analogie avec celle qui couvre le sol sous les antiques forêts de quelques-unes de nos hautes vallées jurassiques. Mais ceux qui ont observé un grand nombre de dépôts tourbeux, auront pu se convaincre que, loin d'être toujours situés dans les enfoncements où les eaux peuvent charrier les débris des côteaux voisins, ils se trouvent souvent, comme nous l'avons déjà dit, sur des pentes très-inclinées. C'est le cas surtout sur les roches de formation schisteuse, et alors ces dépôts, souvent peu profonds, ne sont mélangés ni de débris de bois, ni de troncs renversés. Ainsi, dans les vastes marais de l'Irlande qui recouvrent les montagnes à une grande élévation, on rencontre bien au fond des vallées les troncs et les grands arbres sur les lieux mêmes où les ouragans les ont renversés, mais à mesure qu'on quitte la plaine et qu'on monte vers une plus haute région, les arbres disparaissent entièrement et la tourbe sans mélange de souches et de racines repose immédiatement sur le roc. De ceci nous pouvons conclure : 1° que la présence des forêts et la décomposition préalable de leurs débris ne sont point nécessaires à la formation de la tourbe, même dans les hauts marais ; 2° qu'il est impossible d'admettre que ces dépôts soient formés de débris ligneux charriés par les vents et les eaux, puisque même dans nos montagnes calcaires du Jura, par exemple sur le sommet de Pouillerel, ces marais se trouvent assis sur des pentes et des croupes d'où ces restes de végétaux auraient dû être enlevés, si quelque force extérieure avait agi sur eux ; 3° qu'enfin si l'influence de la décomposition préalable du bois, l'acide, avait pu se faire sentir dans un sens tout opposé à la force

de la pesanteur et remonter sur les pentes avec les plantes qu'il nourrit, il resterait à expliquer le moyen employé par la nature pour produire un phénomène tout contraire à l'une de ses lois les plus générales.

La meilleure réfutation des théories précédentes se trouve dans l'examen des marais lacustres et marins. J'avoue qu'avant d'avoir observé attentivement cette formation sous-aquatique, si différente de celle qui se présente d'ordinaire dans nos montagnes, j'aurais volontiers adopté quelques-unes des idées de Rennie [1]. Mais sur les bords de nos lacs comme sur les rivages de la mer, la tourbe se présente comme une masse qu'on pourrait dire homogène. On y reconnaît dans toute la couche, en décomposition plus ou moins avancée, les plantes qui croissent au fond et au bord des eaux ; mais on n'y voit ni arbres, ni racines, ni aucun tissu purement ligneux qui puisse faire penser qu'elle s'est formée sur des débris de forêt ou amenée par les eaux ou ayant vécu sur place. Au bord du lac de Neuchâtel, la tourbe repose immédiatement sur le sable et non plus sur la couche de terre noire qui se trouve souvent sous les dépôts émergés. Les stratifications qui caractérisent les couches tourbeuses des montagnes n'y sont point du tout marquées. Seulement ça et là le dépôt est interrompu et partagé par une assise de sable ou de gravier qui a sans doute été rejetée par une élévation du niveau du lac. La présence de ces couches étrangères qui auraient dû arrêter l'influence des éléments chimiques, s'ils existaient, et par conséquent la croissance de la tourbe, serait encore une preuve suffisante contre les théories que nous avons rapportées.

L'opinion la plus généralement répandue parmi les auteurs qui se sont occupés de recherches sur les marais tourbeux est celle-ci : c'est que la matière s'est formée lentement dans les étangs, dans les lacs, sur les bords de la mer et des fleuves, et dans les eaux peu profondes en général ; qu'elle s'y est formée de débris de végétaux aquatiques dont l'entassement successif a produit les couches que nous découvrons maintenant, et dans lesquelles les végétaux ont conservé leurs propriétés combustibles. Il est inutile sans doute d'énumérer tous les auteurs qui ont reproduit cette idée en la modifiant plus ou moins. Crôme et Dau en Allemagne, DeLuc en Suisse, Renaud de la Platrière en France, en sont les plus célèbres partisans.

Crôme dans un *traité de chimie agricole*, rapporte plusieurs expériences de chimie faites sur les cendres de tourbe, puis il expose ainsi son système sur la formation du com-

[1] C'est à M. le professeur Agassiz que je dois d'avoir rectifié mes idées sur la croissance de la tourbe que je supposais partout la même. Et c'est en parcourant avec cet illustre savant nos tourbières du haut Jura et celles des bords du lac de Neuchâtel, que j'ai dû admettre la grande distinction que j'ai tout d'abord établie, entre les dépôts émergés et immergés.

bustible : « Les couches de tourbe différent beaucoup entre elles. La partie supérieure des dépôts est en général composée de fibres végétales et de mousses non décomposées, et forme une masse légère et spongieuse dont l'épaisseur varie de un à un pied et demi. Au-dessous de celle-ci, paraît une couche où l'on trouve déjà moins de matières non décomposées, dont la densité est plus considérable, d'un poids spécifique plus grand et contenant déjà plus de parties combustibles. L'épaisseur en est ordinairement d'un à deux pieds. Plus bas on trouve la dernière et la meilleure couche composée presque entièrement de matières végétales réduites à l'état pâteux, mêlées avec des substances minérales et formant une masse d'une consistance homogène. Elle fournit la meilleure tourbe, mais elle est souvent difficile à exploiter à cause de l'eau qui s'amasse dans les fosses. Les animaux et les plantes des marais ou plutôt leurs restes *décomposés par l'air, la chaleur, la lumière et l'eau,* ont formé la tourbe. Cette formation ne se fait pas rapidement; des siècles, même des milliers d'années sont nécessaires pour cela ; et nous voyons d'ordinaire que la tourbe est d'autant meilleure qu'elle est plus ancienne.

» Les plantes qui concourent à la formation de la tourbe sont certainement différentes suivant les pays où elles croissent. Les végétaux cryptogames aquatiques et les petits animaux qu'ils nourrissent forment sans doute le premier limon qui s'entasse au fond des eaux stagnantes. Ces petits cryptogames qui vivent dans l'eau attachent leurs racines au bord des fosses à des plantes plus grandes ou sur le fond même des marais. D'une contexture très-simple, ils croissent avec une rapidité extrême, végètent peu de temps, pourrissent bientôt et laissent au fond des fosses un premier lit de vase. Ordinairement en même temps, mais souvent quelques années après, on y trouve mélangés des végétaux plus grands (Crôme les énumère). Ces plantes, après avoir vécu là plusieurs années, préparent la place pour une nouvelle race végétale et concourent par leur décomposition à accroître la couche limonneuse. Quand ces végétaux et les animaux qui y vivent ont posé le premier fondement de la tourbe, on trouve à la surface des eaux quelques autres plantes qui sont le composé essentiel de cette matière. (Crôme nomme avant toutes les autres, les diverses espèces de sphaignes). Ces mousses et ces plantes nagent d'abord sur l'eau et forment bientôt par l'effet de leur accroissement rapide une légère couverture flottante dans laquelle d'autres espèces peuvent prendre racine. Ces petits végétaux poussent chaque année de nouvelles tiges vers le haut; leur partie inférieure périt, et de cette manière la tourbe ou la matière limonneuse croît en quelque sorte chaque année de haut en bas. Le tapis flottant devient enfin assez ferme pour offrir un sol d'une propriété particulière à d'autres plantes qui augmentent chaque année la matière. »

Après avoir observé que le gisement des tourbes est très-varié, que si elles se trou-

vent d'ordinaire dans les contrées basses, on les rencontre aussi dans les montagnes élevées, l'auteur ajoute: *que toujours il faut de l'eau pour la formation de la tourbe, et que cette matière ne peut naître sans eau.*

Crôme, savant botaniste et chimiste en même temps, semble avoir basé son système de la croissance primitive sur l'examen du mode de reproduction. Or, quoique ces faits puissent avoir une grande analogie, il n'y a pas toujours identité entre ce qui se passe maintenant dans les fosses ouvertes, remplies d'eau, entourées de tous les éléments qui favorisent l'établissement des végétaux tourbeux, et ce qui s'est passé jadis à la surface du sol ou au fond des eaux pour la production primitive de la tourbe.

Et d'abord, l'exposé de la forme apparente de la matière n'est pas conforme à ce que nous montre la nature. Si parfois les couches les plus mûres, les plus noires, les plus denses se trouvent dans la partie inférieure d'un dépôt tourbeux, le contraire a lieu aussi très-souvent. L'examen des causes qui modifient la qualité et la composition de la tourbe expliquera la raison de toutes ces apparences de la matière, indépendamment de la profondeur où elle git.

Au contraire des partisans de la formation de la tourbe sur les forêts détruites, Crôme semble n'avoir observé que des marais immergés. Il affirme donc que la tourbe ne peut exister sans eau, ce qui est loin d'être toujours vrai. Car dans les cas les plus nombreux, la végétation tourbeuse est supérieure au niveau naturel de l'eau, et cette surélévation qui se continue, le système de Crôme ne l'explique pas plus que celui d'aucun de ses partisans. La propriété de ce sol qui nourrit certaines espèces de *végétaux servant à augmenter la matière* reste aussi tout-à-fait inconnue. Des arbres, comme les bouleaux et les pins, couvrent les tourbières; ils tombent, et loin de se décomposer, comme il arrive dans toute autre situation, ils se mêlent à la masse, conservent leurs propriétés combustibles et restent enfouis pendant des siècles sans rien changer à leur contexture, à leur forme apparente, et sans subir aucune modification. Tous ces phénomènes que constituent la formation de la tourbe ne sont point expliqués, car cette décomposition produite par *l'air, la chaleur, la lumière et l'eau,* ne donne certainement pas la raison des dépôts tourbeux. Les végétaux soumis à l'air et à la lumière produisent une terre non combustible, qui est l'humus. Si la tourbe s'élève et se forme sous l'eau comme l'établit le système précédent, ils sont par conséquent soustraits à l'influence de l'air. La densité des touffes de plantes, surtout des mousses qui couvrent la plupart des marais, empêche la lumière de pénétrer sous leur verdoyant tapis; et cependant c'est au-dessous de la partie qu'elles recouvrent, à un pied de profondeur, que l'on aperçoit les premières apparences tourbeuses. La lumière ne paraît donc avoir aucune action sur cette formation. Quant à la température, elle sera appréciée par les expériences rapportées

dans la partie scientifique. Mais nous pouvons déjà remarquer ici que les marais tourbeux s'étendent davantage et s'élèvent à une plus grande hauteur dans les contrées froides que dans les régions tempérées, et qu'on ne les rencontre jamais dans les pays chauds. Il est donc permis d'éliminer d'entrée ces trois agens dont au reste Crôme n'a nullement expliqué l'influence. C'est une erreur commune à un grand nombre d'auteurs qui ont écrit sur ce sujet, d'avoir vu dans la formation de la tourbe le résultat d'une certaine fermentation particulière à cette matière, tandis qu'elle provient au contraire des obstacles qui s'opposent à la rapide décomposition. Les couches inférieures des tourbières restent toute l'année à une température extrêmement basse, et l'on sait que toute fermentation développe un certain degré de chaleur qui serait certainement appréciable par les comparaisons avec la température moyenne de l'air.

Dau a le premier bien observé et bien décrit les différences entre les marais tourbeux formés sous l'eau et ceux qui se sont élevés sans bassin d'eau préalable. Il a vu que la plupart des grands marais ont eu leur origine là où l'eau avait pu avoir de l'écoulement et où elle ne s'est jamais élevée à la hauteur de la tourbe. Nous pourrions citer à l'appui de cette vérité la formation de la plupart de nos marais jurassiques. Dau décrit des marais de Lithuanie dont la tourbe a trente-six à quarante pieds de profondeur et autant d'élévation au-dessus des plaines et des eaux voisines, de sorte qu'ils forment de véritables montagnes.

La théorie de cet auteur n'a rien d'original, rien qui la distingue de celle de Crôme, si ce n'est l'explication qu'il donne de l'élévation du centre de ces dépôts émergés. Il ne connaissait ni la botanique ni la chimie, il a donc dû particulièrement étudier et rapporter les opinions de ses devanciers et de ses contemporains. Suivant Dau, pour former un marais tourbeux, il faut un sol peu enfoncé, qui ait la propriété de retenir l'eau à sa surface. La tourbe commence donc à croître sous l'eau, même dans les hauts marais. « Sur ce terrain végètent d'abord les plantes qui aiment l'humidité. Dès que par les débris de quelques-unes de leurs générations, elles ont formé une couche assez considérable de limon, elles doivent disparaître, puisqu'elles ne croissent pas sur un sol tourbeux, et céder la place aux mousses, aux gramens et surtout aux bruyères [1]. Cependant la matière aura déjà atteint une élévation de quelques pieds, de sorte que les enfoncements étant comblés, elle formera une plaine horizontale, la végétation continuant, le marais ne cessera de s'élever et la croissance du centre sera toujours plus active que celle des bords.

[1] Cette idée est incompréhensible et l'auteur aurait sans-doute été bien embarrassé d'expliquer en vertu de quel principe les plantes non tourbeuses forment la tourbe, et par quelle raison elles ne peuvent plus croître sur le dépôt qu'elles ont formé et sont forcées de disparaître pour céder leur place à d'autres végétaux.

L'humidité plus grande et plus concentrée vers le milieu du dépôt, l'écoulement de l'eau par les bords, les dégâts des animaux qui paissent souvent aux limites des marais sans pouvoir pénétrer vers le centre et qui de plus broient et détruisent les végétaux qui forment la tourbe, la présence même des insectes, qui s'y rendent depuis les sables voisins et qui ne se hasardent pas dans l'intérieur, telles sont les causes de la convexité des marais tourbeux. »

Nous pouvons répéter à l'égard de la théorie de Dau ce que nous avons dit de celle de Crôme, c'est qu'elle n'explique nullement les faits connus : elle ne dit pas en vertu de quelle loi l'élévation a lieu, ni comment il se fait que l'eau soit transportée des profondeurs de la masse jusqu'à une hauteur de trente pieds et plus. Car Dau a lui-même observé que sur le marais de Dosen près de Neumunster en Holstein, dont le centre est élevé de vingt-cinq à trente pieds au dessus de la plaine voisine, de telle sorte que de l'un des bords on n'aperçoit ni les maisons ni les arbres qui sont de l'autre côté, on s'enfonce même dans la partie la plus élevée, et par les temps les plus secs, en automne même, dans le tissu des mousses jusqu'au genou, et que l'on a de l'eau jusqu'à la cheville. L'auteur a recours il est vrai à la capillarité pour expliquer ce curieux phénomène ; mais qu'est-ce que cette capillarité de la tourbe qui agit dans certains cas et ne se fait point sentir dans d'autres, puisque les marais lacustres et marins, les dépôts sous-aquatiques s'élèvent jusqu'au niveau de l'eau et montent rarement plus haut.

Il reste maintenant à examiner les hypothèses des chimistes, résumées par Wiegmann, et qui admettent comme cause de la conservation des végétaux et de leur transformation en tourbe un élément particulier qu'ils nomment acide humique ou ulmine.

Je dis que Wiegmann n'a fait que résumer les opinions de plusieurs auteurs qui ont écrit avant lui, car il ne me semble pas l'auteur d'une découverte encore vague et mal expliquée, dont il réclame le mérite. Déjà en 1804, le célèbre chimiste Einhof, que nous aurons encore l'occasion de citer, dit en parlant de la décomposition des végétaux qui forment la tourbe : *Il se forme d'abord un acide qui empêche la rapide décomposition des plantes* (1). En 1818, Arends s'exprimait ainsi, comme nous l'avons vu : *Dans les forêts devenues plus épaisses, quand la lumière du soleil ne pût plus pénétrer sous leur feuillage, il se forma un acide dans les eaux sans écoulement*. Plus tard, en 1821, Sprengel écrivait dans le *Hanöversches Magazin* un article extrêmement intéressant sur les tourbières, dans lequel cet acide ulmique est pour la première fois nommé et envisagé comme la seule cause de conservation des végétaux. Voici le résumé de ses recherches. « Toutes les tourbes soumises aux analyses chimiques sont imprégnées d'un acide telle-

(1) Einhof und Thor: Analysen zweier Torfarten.

ment antiseptique, que la viande même trempée dans l'eau saturée de cette substance à + 12° de température, s'est conservée très-longtemps et a fini par se décomposer sans se corrompre. Composé d'hydrogène, de carbone et d'acide, il se dissipe très-lentement à la température de nos climats, mais très-rapidement au contraire à une température élevée, c'est pourquoi il n'y a pas de tourbières dans les pays chauds. Il s'évapore sans doute au contact de l'air, mais il se reproduit toujours par la continuelle décomposition des végétaux. Et comme un marais en formation se trouve de temps en temps tellement imbibé par l'eau des pluies et des neiges, que la surface même en est couverte, cet acide soluble dans l'eau pénètre ainsi dans les plantes mortes pour en empêcher la décomposition.

« Mais toutes les espèces de végétaux ne réussissent pas là où cet acide est en grande abondance; c'est pourquoi la flore des marais est si uniforme et si peu nombreuse. Les espèces les plus propres à ce sol sont par exemple : le *Melica cœrulea, Eriophorum vaginatum, Erica tetralix, Sphagnum cuspidatum, etc.* C'est pourquoi aussi la tourbe se reproduit avec une étonnante rapidité dans les fosses creusées pour l'exploitation. Cette tourbe de formation plus jeune est très-spongieuse et peu compacte, car la grande quantité d'acide qui la pénètre empêche presque absolument la décomposition végétale. »

Cette théorie ou cette découverte de Sprengel, comme on voudra l'appeler, explique si bien un grand nombre de phénomènes relatifs à la croissance de la tourbe et à sa composition, qu'il est difficile de ne pas l'admettre, du moins dans plusieurs de ses parties; car il est hors de doute que Sprengel a bien vu et long-temps observé les marais tourbeux. Ainsi donc, s'il était démontré que cet *acide ulmique* existe, et que son influence fût constatée, si l'action que lui suppose l'auteur était admise par d'autres chimistes, il faudrait le reconnaître comme cause de la conservation des végétaux, et il ne resterait plus à apprécier que l'influence de ces végétaux sur la composition du combustible. Mais les opinions de Wiegmann contredisent sur quelques points essentiels celles de Sprengel, et il nous sera facile de montrer combien cet élément est encore vaguement apprécié dans sa nature, et combien l'influence qu'il exerce sur les matières auxquelles il est mélangé est peu connue. Ce que je reproche avant tout à Sprengel, c'est d'avoir prétendu expliquer les successions végétales, qui forment les stratifications des hauts marais, par la présence de certains éléments chimiques particulièrement propres à nourrir telle ou telle espèce de plantes. La composition chimique du sol peut et doit avoir sans doute quelque influence sur le développement d'une espèce particulière à l'exclusion d'une autre; mais au point où en est la science, où trouver des règles qui ne soient pas contredites à chaque instant par les faits? Le sol tourbeux a une

végétation particulière dont on peut facilement faire un groupe bien tranché dans le nombre immense des espèces qui couvrent la terre. Que dans leur ensemble ces plantes doivent leur germination et leur vie à un acide particulier, c'est ce qu'on pourrait admettre. Mais elles croissent indistinctement mélangées les unes aux autres sur les tourbières, et si quelques-unes dominent dans un lieu, la cause n'en est pas, comme le veut Sprengel, dans un principe chimique qui s'y est développé avec plus de force qu'ailleurs. Citons un exemple sur mille des contradictions et des erreurs que de semblables hypothèses peuvent causer. Sprengel affirme que c'est seulement quand un marais a atteint toute sa croissance, que les bruyères commencent à s'y établir, lorsque l'acide ulmique n'arrive plus à la surface, car ces arbustes ne peuvent s'en nourrir. Alors, ajoute l'auteur, le marais ne s'élève plus, tant à cause de la lenteur de la végétation de ces plantes, que parce qu'aussitôt après leur mort elles entrent en décomposition rapide; car cette décomposition n'est empêchée *ni par une humidité suffisante, ni par l'acide ulmique qui, se trouvant dans les couches profondes du marais, ne peut plus monter à la partie supérieure*. Or, voici qu'une humidité suffisante peut empêcher la rapide décomposition des végétaux sans la présence de l'acide. Voici encore que d'après Sprengel les bruyères ne forment pas de tourbe mais seulement une couche de terre légère qui ne peut se changer en combustible. Cependant il est de toute évidence que souvent les couches mêmes les plus profondes et les plus humides de nos tourbes émergées sont composées presque entièrement de ces bruyères en parfait état de conservation. De savants observateurs, Rennie, Andersen, etc., rapportent avoir vu en Irlande, en Holstein, en Suède, des marais tourbeux dont le fond n'était formé, dans une épaisseur de deux à trois pieds, que de bruyères dont les tiges ligneuses étaient enveloppées en faisceau dans une pâte noire et compacte. Or l'on ne saurait point chicaner sur l'espèce, car l'*Erica vulgaris* est la seule qui couvre les tourbières du Jura; on l'y rencontre dans les parties les plus humides aussi bien que dans les endroits secs; l'*Erica tetralix* ne se rencontre nulle part en Suisse.

C'est surtout dans la formation des tourbières lacustres que l'influence de cet acide ulmique me semble inadmissible. La matière combustible s'est entassée au fond des bassins d'une immense étendue unis encore et servant même de communication à plusieurs lacs très-profonds. Ainsi les vastes marais du Seeland unissaient jadis les lacs de Neuchâtel, de Bienne et de Morat. Le liquide sous lequel la tourbe s'est formée devait participer de la nature des eaux des grands bassins. Comment l'acide a-t-il pu s'y développer, comment l'eau a-t-elle été saturée de cet élément dans quelques parties seulement. La tourbe ne s'est pas formée partout; elle repose immédiatement sur le sable. Il a donc fallu qu'elle commençât sa croissance sans la présence de l'acide, puis-

qu'autrement elle n'aurait jamais existé, a moins qu'on ne veuille prétendre que cet élément est en même temps l'effet et la cause.

Le lac d'Etaillères près de la Brévine (Jura) a été formé par un enfoncement subit d'un sol couvert de forêts. Sa plus grande profondeur dans une étendue d'environ une demi lieue carrée est de vingt-cinq pieds. Partout, excepté sur les bords peu profonds, la sonde rencontre des troncs d'arbres et en retire facilement des branches de sapin en parfait état de conservation ; vers le milieu du lac, sur la rive méridionale, se trouve percé un entonnoir souterrain par où l'écoulement de l'eau a lieu, et où l'on a établi des moulins d'une construction pittoresque et hardie. Un ruisseau, faible il est vrai, se jette dans ce lac à l'extrémité occidentale. Par des sondages répétés particulièrement entre l'embouchure du ruisseau et le lieu d'écoulement, je me suis assuré que la tourbe est en voie de formation dans quelques parties de ce lac couvert d'immenses touffes de *Chara*. Il y a même un endroit où cette tourbe sous-aquatique arrive au niveau de l'eau. Pour étudier la matière de ce dépôt à toutes les profondeurs, j'y ai enfoncé un percoir de quinze pieds avec lequel je n'ai pu atteindre les couches les plus basses. Cette tourbe de formation toute nouvelle est extrêmement molle, jaunâtre, sans consistance, comme une bouillie mélangée de sable. Les Chara sont décomposés et leurs filaments détruits, mais çà et là la sonde rencontre des faisceaux de potamots et de joncs dont les feuilles tant seulement noircies ont conservé toutes leurs formes, même à la plus grande profondeur. Le transport de l'eau, de l'embouchure du ruisseau vers l'entonnoir, doit occasionner un courant qui, quelque faible qu'il soit, devrait répartir l'acide dans toutes les eaux du lac également et l'entraîner ; cet acide ulmique ne peut donc ici encore être envisagé comme la cause de la formation de la tourbe.

Wiegmann [1] a repris le système de Sprengel ; mais l'a-t-il rendu plus clair, l'a-t-il suffisamment expliqué? Si l'on doit sans nul doute reconnaître la valeur de ses expériences chimiques qui sont faites avec le plus grand soin, on est forcé d'avouer qu'il tire de ces analyses des conclusions qui contredisent le travail de la nature. Ainsi Wiegmann pense que l'acide ulmique qui concourt essentiellement à la formation de la tourbe, provient de la décomposition du clorophylle ou de la partie verte des feuilles. *Tous les végétaux en contiennent*, dit-il, *à part les sphaignes, et c'est pour cela que ces mousses qui vivent à la surface des tourbières, ne peuvent former de la tourbe, mais seulement un tissu sans consistance qui s'enflamme très-rapidement et ne donne que peu de chaleur*. Est-ce que peut-être cet auteur voudrait nier la croissance continue des marais par la superposition et l'entassement des végétaux? Ou, s'il admet cette croissance, penserait-il que ce qui

(1) Ueber die Entschung, Bildung und das Wesen des Torfes, 1837.

est maintenant surface, une fois recouvert par des couches plus ou moins épaisses ne donnera jamais de la tourbe. S'il avait examiné nos marais jurassiques comme tous les dépôts émergés, il aurait pu voir aisément que non-seulement les sphaignes vivent maintenant encore à la surface de nos tourbières, mais qu'ils en ont formé toute la masse. C'est le seul végétal qui se mélange à toutes les couches en plus ou moins grande abondance, et nos meilleures tourbes exploitées à la profondeur de dix à quinze pieds, en sont presque entièrement composées. Or, si comme le dit Wiegmann, et cela est vrai, le sphaigne reste très-long-temps à la partie supérieure du marais sans se décomposer; s'il ne contient pas d'acide ulmique; si cet acide est le principe antiseptique, n'y a-t-il pas de ce fait contradiction évidente avec la théorie. Car comment la surface des marais n'est-elle pas soumise aux changements qu'on voit s'opérer sur le sol non tourbeux, et pourquoi ne se recouvre-t-elle pas d'humus?

Ainsi il doit être permis, même sans rien connaître à la chimie, de contrôler les opinions d'hommes savants, et de réclamer, tout en rendant hommage au mérite de leurs travaux, ou de nouvelles observations, ou de nouvelles analyses, afin d'éclaircir ce qui reste encore d'obscur et de vague dans les métamorphoses des végétaux, dont les siècles modifient les apparences et les propriétés. Car, pour expliquer ce travail, il ne suffira pas de fabriquer soi-même une terre combustible qu'on appellera tourbe, comme l'a fait Wiegmann. Des plantes, les premières venues, mises dans des fosses pleines d'eau soigneusement recouvertes pour empêcher l'évaporation et l'action de la lumière, subiront une espèce de fermentation qui s'attachera avant tout à la destruction des parties non ligneuses. Qu'alors on mêle à cette masse les éléments minéralogiques qui auront été reconnus dans la tourbe, elle sera combustible. Mais qu'aura-t-on prouvé de cette manière? Saura-t-on mieux d'où proviennent naturellement tous les éléments chimiques que les analyses trouvent dans la tourbe? Ou saura-t-on mieux le pourquoi de tous les phénomènes particuliers que présente la croissance des marais tourbeux et que nous avons déjà reproché aux autres systèmes de n'avoir point expliqué? L'admission pure et simple d'un élément chimique comme cause de la formation de la tourbe me semble surtout dangereuse en ceci: c'est qu'elle peut égarer dans les recherches et surtout dans les essais de reproduction et dans le mode d'exploitation. Wiegmann prétend que l'acide humique ne pouvant se reproduire dans les fosses ouvertes sur les marais, la tourbe ne peut recroître. C'est là une affirmation contradictoire à ce que nous montre journellement la nature, et opposée à l'opinion d'autres chimistes, de Sprengel surtout qui, comme nous l'avons vu attribue au contraire la reproduction rapide de la tourbe dans les fosses nouvelles à la quantité d'acide humique en dissolution dans l'eau. De tout ceci, nous pouvons conclure encore une fois que cet élément existe dans la tourbe, mais qu'il y est

comme composant et non point comme cause de la formation du combustible, et que, quel que soit son rôle, il n'est encore bien connu ni dans son principe ni dans ses influences.

CHAPITRE IV.

EXPOSÉ THÉORÉTIQUE DE LA FORMATION DE LA TOURBE.

Nous savons déjà que la tourbe se forme dans une foule de conditions diverses; qu'elle établit ses dépôts dans les eaux des lacs comme sur les pentes des montagnes, dans les bassins peu profonds des vallées et sur les rives inondées des fleuves et des rivières. Chacun sait aussi que le bois immergé se conserve très-longtemps sans se décomposer; car on retire souvent du fond de la mer et des lacs, des arbres, des troncs qui y sont enfoncés depuis des siècles et qui ont gardé leur propriété combustible. Nous voyons encore que ce phénomène se produit d'une manière d'autant plus frappante que la température est plus basse. Il est impossible de ne pas trouver dans ce fait une grande analogie avec ce qui se passe dans la formation de la tourbe. Les plantes qui vivent sur le sol tourbeux ou dans les lieux humides, même les graminées, sont composées en grande partie de filaments ligneux. D'après les expériences de Wiegmann, le *Carex cæspitosa* en a quarante-quatre parties sur cent, et c'est le moins ligneux comme le moins abondant des carex qui vivent sur les marais tourbeux. La linaigrette *(Eriophorum vaginatum)*, qui, mélangée aux sphaignes, a formé la plupart des couches de nos tourbières, en a quarante-sept pour cent; le sphaigne lui-même cinquante-sept pour cent. Si nous examinons les restes de ces végétaux dans la tourbe, nous trouverons les carex moins bien et moins longtemps conservés dans leurs formes extérieures que les linaigrettes, et nous avons déjà vu que celui des végétaux qui entre le plus difficilement en décomposition est le sphaigne, au point que plusieurs auteurs, ceux surtout qui n'ont observé que la surface des tourbières, prétendent qu'il ne se décompose jamais assez pour former de la tourbe. J'ajouterai que dans mes recherches microscopiques sur les restes des végétaux reconnaissables dans la tourbe, j'ai trouvé plusieurs autres mousses, entre autres le *Hypnum fluitans* et le *Hypnum trifarium*, conservés plus longtemps et avec plus d'intégrité que les autres espèces, et je ne mets point en doute qu'ils ne contiennent par conséquent une plus grande masse de filaments ligneux. Quant aux végétaux charnus, tels que le nénuphar *(Nymphæa alba)* qui laisse flotter sa blanche corolle

et ses larges feuilles sur les rives des lacs, et le trèfle de marais *(Menianthes trifoliata)* dont les formes gracieuses contrastent avec la triste et uniforme végétation de nos marais élevés, on n'en retrouve aucune forme visible dans la tourbe même très-jeune. L'eau a donc sur le ligneux cette influence qu'elle en retarde très-longtemps la décomposition si elle ne l'arrête pas tout-à-fait (1). D'après cela, on ne sera point étonné de voir les tourbes immergées profondément arriver à un état de maturité complet plus lentement que celles qui croissent hors de l'eau. Et ainsi s'expliquera déjà le phénomène qu'on peut observer dans les marais de la Brévine (Jura), où la tourbe est d'une densité moins grande, d'une couleur moins foncée et d'une apparence moins âgée à mesure qu'on pénètre plus avant vers le fond du dépôt. Ce même phénomène avait été déjà observé par *Dau* dans les environs de Copenhague, mais il lui était resté tout-à-fait incompréhensible. Son système n'était ni assez clair ni assez précis pour expliquer tous ces accidents divers. Après avoir dit : qu'il trouva sous une couche de tourbe déjà noire, compacte, d'une apparence âgée, une autre couche formée presqu'entièrement de mousses non décomposées, il ajoute : *je voudrais bien savoir qui pourrait donner là-dessus une explication satisfaisante;* et il pense que pour trouver la solution de ce problème, il faudrait demeurer au moins une année sur le marais. — Une foule d'erreurs, d'observations fausses et de ridicules hypothèses ont été déduites de ce principe, que la tourbe doit être une matière homogène dans toute sa masse. Pour n'avoir point recherché l'influence des divers végétaux sur sa composition, pour avoir négligé la recherche et l'analyse des formes végétales restées visibles dans la matière tourbeuse, on a été amené à croire que la couleur et la densité de la tourbe sont toujours en raison de son âge. Les nombreuses stratifications si variées des hauts marais sont restées un problème, et pour en expliquer la cause on a dû avoir recours à de continuels accidents, tels que les inondations, les enfoncements du sol et surtout les incendies de la surface.

La décomposition en changeant quelques-unes des parties constitutives des végétaux, imprègne les filaments ligneux d'éléments étrangers qui leur donnent plus de consistance et augmentent, si je puis m'exprimer ainsi, leur force combustible. Or c'est parce que cette décomposition ne peut agir d'abord que sur certaines parties que la tourbe se forme; s'il en était autrement, le résultat produit serait de l'humus. Au lieu donc d'envisager la tourbe comme un résultat immédiat d'une fermentation particulière, on doit plutôt l'envisager comme formée par un obstacle à cette fermentation, et cet obstacle essentiel est la présence de l'eau.

(1) Ai-je besoin de dire que je ne donne ici qu'un exposé simple et à la portée de tout le monde. Les détails de chimie, de botanique, etc., trouveront leur place dans la partie scientifique et complèteront ce rapide aperçu théorétique.

Ainsi définirai-je la tourbe : *un composé de végétaux ligneux dont la fermentation et par conséquent la décomposition sont retardées par la présence et la température de l'eau.*

Les tourbes sous-aquatiques se forment sur les bords de la mer, des lacs et des fleuves, quand les eaux peu profondes ne sont plus agitées par des mouvements violents, quand surtout elles se trouvent séparées du bassin général par des digues, des dunes ou des attérissements. Elles s'établissent également dans les petits lacs et les étangs des montagnes, car les deux conditions indispensables pour la formation immergée sont une eau peu profonde, sans courant sensible, et la présence de végétaux ligneux. Ce sont surtout *les potamophiles, les joncées, les prêles, les carex et les arundo phragmites* qui implantent leurs racines dans le sol immergé, dressent leurs tiges au dessus de la surface de l'eau, et chaque année déposent à leurs pieds les débris sur lesquels ils continueront leur croissance l'année suivante. On trouve rarement au fond des dépôts tourbeux de cette nature des arbres et des racines qui sont en si grand nombre dans les hauts marais ; à moins que ces souches ligneuses n'y aient été amenées par les flots ou que leur présence ne soit l'effet d'un accident tout particulier, comme celui qui a formé le lac d'Etaillères. C'est dans ce lac surtout qu'on peut suivre facilement les détails d'une production sous-aquatique en pleine activité. Elle commence sur les bords limoneux, s'avance insensiblement vers le milieu et comblera sans doute un jour tout le bassin. Les observations des auteurs allemands sur les tourbes marines que je n'ai pu voir moi-même, prouvent qu'il n'y a aucune différence dans la manière dont elles se forment. Les végétaux ne sont plus les mêmes espèces, il est vrai, mais ils appartiennent généralement aux mêmes genres ; ce sont toujours des plantes ligneuses, surtout des joncées. On a également sur les bords de la mer des exemples de formation assez récente pour que le phénomène puisse encore être étudié, et pour qu'on ne puisse pas douter qu'il n'appartienne à notre époque. Ainsi, on voit sur les bords de l'Authie, rivière du département de la Somme, une immense étendue de marais, surtout près de son embouchure dans la mer. Ces marais sont encore presque généralement inaccessibles et couverts d'une immense quantité de plantes aquatiques tantôt d'eau douce, tantôt marines, qui déposent une couche tourbeuse qui, un jour, s'élèvera jusqu'au niveau de l'eau. On lit dans le *Beitræge zur Naturkunde und Oeconomie*, de Binge, le passage suivant : « Voici ce que Dankverth écrivait en 1652 : *Le territoire d'Oldenbourg était encore en 1320 séparé du reste du Holstein par un bras de mer et formait par conséquent une île. Les habitants pouvaient naviguer facilement vers l'Orient ou vers l'Occident par la Brockau. L'embouchure occidentale a été depuis long-temps fermée par des dunes ou par les ordres de la reine Marguerite ; et l'embouchure orientale est maintenant si peu profonde qu'on y navigue difficilement. Ainsi cette ville jadis maritime et commerçante se trouve être devenue*

bientôt une ville d'intérieur. Dès-lors la tourbe s'est formée dans ce canal autrefois navigable et l'a insensiblement comblé, dès qu'il a été isolé de la mer; car le sol tourbeux s'étend sans interruption de la côte orientale à la côte occidentale, en passant tout auprès de la ville d'Oldenbourg. Il s'avance jusqu'à quelques centaines de pas du rivage, où il s'arrête au pied des dunes refoulées par la mer et qui ont obstrué l'ancienne embouchure (1). Ce fait est fort remarquable, mais en cela seulement, que les dates sont bien fixées et rapportées par des auteurs dignes de foi. Les quelques observations qu'il nous sera possible de réunir sur la géographie des tourbes et sur l'influence de ces dépôts sur les formes continentales, fourniront encore d'autres exemples de ces récentes formations marines.

Ainsi la production sous-aquatique de la tourbe ne présente aucune difficulté dans son explication, si l'on admet que l'action de l'eau empêche la prompte décomposition des fibres ligneuses des plantes et favorise les modifications insensibles que doivent subir dans le liquide toutes les parties qui ne sont pas naturellement combustibles.

On demandera peut-être comment il se fait que sur les bords de certains fleuves et de quelques rivières, sur ceux de l'Elbe par exemple, sur ceux de l'Essonne et de la Bresle en France, la tourbe se soit formée à une certaine distance du cours d'eau, tandis que les rives mêmes se sont couvertes de dépôts limoneux sur lesquels la tourbe ne s'est point établie? On comprend facilement que dans le temps où les lits des fleuves et des rivières n'étaient point encore encaissés et rétrécis comme ils le sont maintenant, le courant suivait le fond des vallées plates, et formait sur ses bords des nappes d'eau peu profondes et immobiles qui se couvraient d'une forêt de joncs et de roseaux dont les débris s'entassaient et formaient de la tourbe. On comprend encore que le courant entraînant avec lui des parties limoneuses, et ces parcelles se déposant sur la ligne même où le courant cessait de se faire sentir, elles ont dû former à la longue des espèces de digues naturelles, derrière lesquelles sont restés les bassins d'eau stagnante où la tourbe a continué sa croissance. Dans plusieurs contrées très-plates, le cours des rivières paraît avoir été si faible à cause de l'étendue même du bassin où se promenaient leurs eaux, que la tourbe s'est formée sur toute sa largeur. Mais à la longue, et à mesure que le lit s'est rétréci, le courant s'est fait sentir davantage; il a entraîné le limon déposé sur les bords et s'est enfin lui-même creusé un lit plus profond dans les couches de tourbe qui jadis s'étaient formées sous ses eaux. Ainsi la Thièle unit maintenant le lac de Neuchâtel à celui de Bienne. Entre ces deux grands bassins s'étendent des plaines basses, dépôts tourbeux de six à dix pieds de profondeur que les inondations recouvrent encore chaque

(1) Dau pag. 61.

année. Le lit de la rivière, maintenant très-profond, serpente entre des digues de tourbe dont la coupe perpendiculaire paraît à découvert dans les eaux basses. Tout le long des bords, la marne est superposée à la tourbe dans une épaisseur de trois à quatre pieds; mais à mesure qu'on s'éloigne de la rivière, cette épaisseur diminue et la tourbe arrive enfin jusqu'à la surface.

DeLuc a observé la même formation sur les bords de l'Elbe. S'il n'a pas su l'expliquer, ce n'est pas faute de moyens d'observations, puisqu'il a pu prendre pour ainsi dire la nature sur le fait dans une de ses œuvres encore inachevées, où elle nous livre le secret des moyens qu'elle emploie pour arriver à ses fins. Ainsi cet auteur dit, page 133 de ses *Lettres physiques et morales :* « La première partie de la Marsch (1) sur laquelle nous passâmes, quoique la plus près du terrain continental, serait encore un étang sans le secours de l'art. Les dépôts qui se sont ajoutés contre ces premiers s'étant assez élevés pour empêcher le nouveau limon d'arriver sur les Verrières, il y est resté des lagunes qu'on a desséchées et qu'on maintient sèches par des moulins à vent. » Ce sont là ces lagunes derrière les digues de limon, que la nature avait déposées pour la formation de la tourbe avant leur desséchement par les travaux des hommes. Voici encore une observation du même auteur par laquelle se trouvent expliquées les circonstances qui produisent des dépôts limoneux et celles qui contribuent à la formation de la tourbe sous-aquatique. « Dans un bras de l'Elbe, où la marée se faisait jadis sentir, il s'est formé un dépôt limoneux où la tourbe n'avait point crû. Le bras de la rivière ayant été fermé par une écluse, le banc de vase s'est couvert de tourbe. » —On peut expliquer d'une manière analogue la superposition de deux couches de tourbe séparées par la marne. Dans un puits percé en Hollande, on a rencontré d'abord vingt pieds de tourbe, puis quatorze pieds d'argile légère et blanchâtre, puis dix-huit pieds de tourbe sur quatorze pieds d'argile compacte (2). Ce même fait géologique s'observe en petit sur les rives du lac de Neuchâtel, où deux assises de tourbe de quatre pieds d'épaisseur sont séparées par un dépôt de sable d'un demi-pied. C'est évidemment ici comme en Hollande le résultat d'un changement momentané dans le niveau des eaux voisines. — Voici encore un cas analogue qui complètera la série de ces observations sur les marais sous-aquatiques. Il y a près de Môtiers (Jura), sur les bords de la Reuse, un petit marais dont la matière tourbeuse est couverte de marne sur tout son pourtour, tandis que vers le centre, la tourbe arrive à la surface. C'est que par la croissance émergée que nous allons examiner, le milieu du marais s'est élevé au-dessus du niveau de l'eau. Les bords étant au contraire

(1) Il appelle ainsi les dépôts limoneux laissés par le fleuve et utilisés par la culture.

(2) DeLuc pag. 125.

restés privés de la végétation des mousses, comme cela arrive souvent, la Reuse les a naturellement recouverts de limon par ses inondations périodiques.

Nous arrivons à la formation des marais supra-aquatiques ou haut marais, de laquelle on s'est jusqu'à présent beaucoup moins occupé que de la première. Elle mérite cependant une attention particulière pour les habitants des montagnes, pour ceux de notre Jura surtout où ce mode de production se rencontre si souvent.

La tourbe étant de toute évidence un composé de végétaux, et la croissance de cette matière se continuant sous nos yeux par la vie des plantes de même espèce qui sont à la surface, il m'a semblé nécessaire, pour arriver à la connaissance du composé, de bien étudier d'abord le composant. Or, pour apprécier l'influence de la végétation sur le sol qui la nourrit, il ne suffit pas de garder dans la mémoire la nomenclature des espèces, et dans les collections de rares et nombreux individus. Il faut autant que possible étudier leur vie intime; car dans la plante la plus simple et la moins apparente, dans la mousse la plus faible et la plus méprisée, sont quelquefois cachés des mystères d'organisation et de développement aussi dignes d'attention que ceux qui ont intéressé et étonné les physiologistes dans les plus nobles végétaux.

En parcourant nos tourbières du Jura pour l'étude des mousses aquatiques, j'avais été plusieurs fois frappé de la quantité d'eau que contiennent les sphaignes même quand ces mousses s'élèvent, comme c'est souvent le cas, au-dessus d'un sol dont la surface paraît entièrement desséchée. A quelque élévation que se trouvent ces mousses, elles sont en effet pénétrées d'un liquide si abondant qu'il suffit d'une faible pression pour en faire écouler comme d'une éponge une masse d'eau considérable.

D'où provient cette humidité que cette mousse semble absorber seule au milieu de toutes les autres espèces qui croissent sur les marais. Voici le résultat abrégé de mes recherches.

Qu'il me soit permis de rappeler d'abord la propriété particulière de la plupart des mousses, d'attacher leurs racines exclusivement à telle espèce de sol, de pierre ou de végétal, pour y vivre sans se reproduire jamais ailleurs. Certaines espèces recouvrent les troncs des arbres forestiers, d'autres ceux des saules, des peupliers, des tilleuls de la plaine; les unes étalent leur verdure sur le granit; les autres sur les blocs de calcaire; à celles-ci la terre légère des sommets les plus élevés; à celles-là le fond des eaux, les grottes obscures, le précipice que la cascade inonde, chevelure verdoyante sous laquelle la nature voile quelques-unes de ses plus tristes nudités, sous laquelle elle déguise les premières atteintes de la vieillesse, ou la décrépitude, ou la mort.

Les sphaignes [1] font germer leurs graines ou étalent leurs tiges et leurs surgeons

[1] Voyez les détails botaniques à la partie scientifique.

sur les débris humides d'autres mousses et des végétaux ligneux. Ils croissent en touffes très-étendues et très-compactes, car les tiges trop faibles pour se supporter seules poussent une multitude de jets et finissent par former un tissu si serré qu'on a de la peine à y enfoncer la main. Leur croissance une fois commencée, elle se continue sans interruption, sans distinction de saisons, sans ces alternatives de mort et de résurrection que nous observons dans la vie des autres plantes. Formées d'un tissu très-mince, très-délicat, ces mousses sont les seules qui ne contiennent pas de clorophylle (1). Ainsi, suivant les lieux qu'elles habitent, elles se teignent de diverses couleurs. Le plus souvent elles sont d'un jaune verdâtre, parfois rouges ou bigarrées d'une foule de nuances (2). De petits rameaux couverts de feuilles ovales, pointues et concaves, apparaissent tout autour du tronc, au sommet duquel ils forment une petite touffe plus compacte, d'où sort ordinairement au mois de juillet la capsule qui contient les graines. Cette capsule ovale, un peu plus grosse qu'un pommeau d'épingle, de couleur brune ou noire, est portée sur un pédicelle d'environ un pouce de hauteur, suivant le sol que la plante habite. Cette capsule s'ouvre par un couvert supérieur, à-peu-près comme une boite de savonnette, et livre alors aux vents les innombrables graines qu'elle contient et que l'œil ne peut pas même apercevoir quand elles sont rapprochées en très-grand nombre. Par la disposition de leurs cellules, les sphaignes sont doués d'une propriété hygroscopique ou absorbante extrêmement remarquable. Si l'on plonge dans l'eau le bout inférieur ou le bout supérieur d'une tige desséchée, on voit en peu d'instants le fluide monter, remplir tous les tubes capillaires du tronc et des rameaux, les cellules des feuilles, jusqu'à ce que la plante soit entièrement saturée. Et quand l'immersion est prolongée, la partie restée hors de l'eau, après saturation de la plante, laisse échapper le liquide en petites gouttelettes et fait ainsi l'office de machine hydraulique ou de syphon. Ce curieux phénomène se produit dans la plante sans égard à son état antérieur; non-seulement sur les jeunes pousses de l'année, non-seulement sur des tiges ou des portions de rameaux qui ne sont pas entrées en décomposition, mais aussi sur les parties mortes qui conservent par là même une spongiosité extraordinaire. Ainsi une touffe de sphaignes que j'avais laissée se dessécher pendant une année entière dans mon galetas et qui pesait sèche une once vingt-un deniers, a absorbé en deux heures dix-sept onces

(1) C'est la partie verte des végétaux que les physiologistes modernes envisagent comme une espèce de cire.

(2) Ceux qui ne connaissent pas ces mousses, les reconnaitront cependant facilement sur les tourbières qu'elles habitent toujours, à leur couleur ou à leur humidité. J'omets ici les descriptions botaniques qui eussent été inutiles pour ceux qui connaissent cette science et incomprises pour ceux qui en ignorent la langue.

douze deniers d'eau. Cette touffe, qui mesurait environ vingt-deux pouces de surface, avait quatre pouces et demi de hauteur et ne plongeait dans l'eau que par la base de quelques tiges. Sur les mousses apportées du marais et soumises aux expériences pendant qu'elles conservent leurs facultés vitales, cette spongiosité est bien plus frappante encore, et l'eau s'élève dans les plantes avec une rapidité bien plus considérable. Il se peut qu'on ne voie là qu'un simple résultat de la capillarité (1); mais toujours est-il que le phénomène est exclusivement propre aux sphaignes et qu'il ne se reproduit dans aucune autre espèce de mousses ou de plantes phanérogames. On ne peut l'assimiler à l'ascension de la sève, puisque le liquide contenu ne redescend pas dans la plante, mais qu'il semble au contraire y rester, ou en jaillir dans le même état de pureté ou de mélange dans lequel il a été absorbé.

Je dis que la végétation des sphaignes n'a nulle interruption. Elle ne s'arrête en effet qu'au moment où l'eau dont la plante est saturée entre en congélation. Dès qu'au printemps la glace redevient fluide et se fond dans les cellules, la croissance recommence au point où elle avait été interrompue, sans que la plante ait souffert aucun dommage par la condensation du liquide. Ainsi la grande quantité de tiges qui croissent pressées les unes à côté des autres, forment à la longue comme un faisceau de tubes capillaires qui pénètrent souvent à une grande profondeur pour amener à la surface le liquide nécessaire à la croissance des plantes. J'ai suivi souvent sans interruption ces filaments du sphaigne à un ou deux pieds de profondeur, jusqu'au point où disparaissant par la macération, ils se changeaient en tourbe.

Comme cette faculté absorbante est aussi forte de la partie supérieure vers le bas que du bas vers le haut, il en résulte que les mousses dont nous parlons peuvent se pénétrer tout autant de l'humidité atmosphérique que de celle qu'elles tirent d'un dépôt d'eau intérieur. En faisant arriver des vapeurs dans un vase où plongeait seulement la partie supérieure de quelques tiges de sphaignes, je vis ces vapeurs se condenser sur les feuilles du haut, et l'humidité se communiquer à toute la plante. Ceux qui parcourent les hauts marais pourront facilement observer que si les sphaignes sont toujours humides, ils ne portent jamais des gouttes de rosée suspendues à leurs rameaux; du moins ne m'a-t-il jamais été possible d'en voir. Cette faculté absorbante nous fournit l'explication de la présence des dépôts tourbeux sur les pentes de certaines montagnes. Sur les côtes occidentales de l'Irlande, par exemple, les pluies fréquentes, les brouillards pres-

(1) Les observations microscopiques sur les cellules des feuilles et sur le mode de transport du liquide seront rapportées plus tard. Des travaux d'anatomie végétale aussi difficiles ne peuvent être faits que par le savant bryologue Guillaume Schimper qui ne les a point encore terminés.

que continuels et la nature peu perméable des roches permettent aux sphaignes de les recouvrir, de pomper constamment dans l'atmosphère une humidité suffisante à leur croissance, et de former ainsi des dépôts tourbeux sur des pentes où l'eau ne peut s'arrêter naturellement. L'inclinaison n'apporte aucun obstacle à cette croissance, et l'on comprend comment sur les bords de la mer, à une température qui n'est jamais longtemps au-dessous du point de congélation, cette croissance continue doit être très-rapide. Dans les Alpes et les Vosges, où les mêmes formations se rencontrent, les accidents sont peut-être un peu plus variés, mais dépendent toujours de la propriété absorbante des sphaignes. Les roches primitives n'étant pas facilement traversées par l'humidité, il se forme parfois çà et là de petits bassins d'eau où quelques racines ligneuses vont s'étendre et puiser leur nourriture. Sur ces racines s'implantent les sphaignes ; ils s'abreuvent de l'eau du réservoir ; ils la pompent, l'élèvent par leur croissance, s'approvisionnent à la fonte des neiges d'une partie de l'eau qui les traverse, vivent en été de celle des pluies et des brouillards et ont ainsi une végétation proportionnée à la quantité de liquide qu'ils reçoivent. Quelquefois cette végétation des sphaignes s'établit sur des plateaux étroits au bord de l'abîme; ils le recouvrent entièrement, et quand l'espace leur manque, ils laissent pendre leurs franges sur la roche escarpée et forment ainsi un dépôt tourbeux qu'on pourrait appeler aërien. Plusieurs cas semblables ont été observés dans les Alpes pittoresques du Tyrol. C'est ainsi que les couches tourbeuses varient à l'infini dans leur grandeur et leur épaisseur, suivant les lieux qu'elles habitent et les circonstances qui concourent à leur formation.

Les sphaignes, comme nous l'avons vu, s'attachent au bois humide et vivent sur les débris ligneux avant qu'ils aient été atteints par la pourriture. Toutes les matières en fermentation, les engrais, les sels, la chaux, les gypses, etc., détruisent cette végétation. Ces mousses ne peuvent vivre non plus à l'ombre ou sous les gouttières des arbres forestiers, sous les sapins, les hêtres, les chênes. Aussi remarque-t-on sous tous les sapins qui sont restés implantés dans nos marais une dépression souvent très-profonde où la tourbe n'a point crû. Ces enfoncements, qu'on peut observer sur plusieurs parties du marais des Ponts et même tout au bord de la route qui les traverse, sont déjà, ce me semble, une preuve suffisante de la croissance continue de la tourbe par la surface et de l'influence des sphaignes sur cette formation ; ils expliquent en même temps pourquoi, malgré l'humidité du sol de quelques forêts, la tourbe ne s'y établit jamais. C'est donc seulement quand ces forêts ont été renversées sur des terrains arrosés ou par des sources naturelles ou par des circonstances atmosphériques, que les sphaignes ont pu commencer à paraitre. Ils se sont semés et ils ont germé d'abord dans les lieux où l'humidité était abondante mais où l'eau était peu profonde, et par leur croissance con-

tinuelle et extraordinairement active, ils ont bientôt recouvert tous les grands végétaux pour les envelopper et les imbiber des sucs dont ils étaient remplis. Ils ont ainsi empêché l'action de l'air, de la lumière et de la chaleur, et mélangés à un grand nombre d'autres plantes dont les racines serpentent dans leurs tissus humectés, ils ont continué à s'élever par la faculté d'absorption que nous leur avons reconnue.

On objectera sans doute que le rôle des sphaignes n'est point universel, et qu'ainsi l'on ne peut envisager cette plante comme nécessaire à la formation de la tourbe. J'espère avoir fait comprendre que l'eau étant l'agent principal de cette formation dans tous les cas où l'humidité est assez grande pour empêcher la rapide décomposition du ligneux, quelle que soit d'ailleurs la cause qui la fournisse, la tourbe peut croître sans les sphaignes. Mais je dois le dire, malgré les recherches les plus minutieuses faites sur tous les hauts marais que je ne cesse de parcourir depuis plusieurs années, je n'ai vu nulle part la tourbe émergée s'élever sans le concours de ces mousses. Partout où elles disparaissent, le marais se couvre de lichens, de quelques autres espèces de mousses, de bruyères, etc., et au lieu de tourbe, il ne se forme plus qu'une terre noire et plus ou moins compacte suivant son âge. On trouve fréquemment, à la surface des tourbières déjà hautes et vieilles, des espaces absolument nus et dépouillés de végétation, sur lesquels la tourbe affleure à la surface. Ce sont précisément ces endroits dépouillés, que les sphaignes avaient abandonnés, où d'autres végétaux ont déposé une légère couche de terre marneuse. Ils forment à la longue de petits bassins très-humides où les mousses reprennent une active croissance pour recommencer la production de la tourbe arrêtée pendant quelque temps.

Quelle conclusion tirera-t-on des observations de Darwin [1] sur les dépôts tourbeux de l'Amérique du sud? Cet auteur termine ses explications, trop peu détaillées, en disant : *qu'au contraire de ce qui arrive en Europe, aucune espèce de mousses ne concourt à la formation de la tourbe dans cette partie du monde austral.* Darwin a observé, comme composant essentiellement la tourbe, une plante dont la végétation pourrait peut-être jeter quelque jour sur cette production d'un autre hémisphère par son analogie avec celle des sphaignes; car après avoir dit, page 349, que l'*Astelia pumila* de Brown et la *Donatia Magellanica* couvrent presque seules les terrains tourbeux de la Terre de Feu, il ajoute : *que la dernière de ces deux plantes est l'agent principal de la tourbe. Les feuilles nouvelles se succèdent continuellement autour du tronc; celles du bas se pourrissent de suite, et en suivant la racine dans la tourbe on voit encore les feuilles conserver leur position dans les différents états de transformation, jusqu'à ce que le tout ne forme qu'une*

[1] Voyage géologique dans l'Amérique du sud.

seule masse. » Il y a là, si je comprends bien l'auteur, une participation des feuilles déjà altérées à l'humidité aspirée par la plante vivante, jusqu'à ce qu'elles soient soustraites par la végétation continue à l'action de l'air et de la lumière. Et c'est précisément là, comme nous l'avons dit, le rôle des sphaignes et les conditions nécessaires à la formation de la tourbe émergée. Au reste, Darwin remarque que dans ces marais des contrées méridionales, on trouve partout à diverses hauteurs de petits étangs remplis d'eau, qui semblent creusés artificiellement et que des ruisseaux souterrains serpentent partout sous le sol. L'humidité constante pourrait être amenée à la surface par ces conduits, et alors la formation de la tourbe dans ces contrées inhospitalières et peu connues, aurait quelque analogie avec celle des marais sous-aquatiques.

Tous nos hauts-marais jurassiques sont caractérisés par des espèces de stratifications ou couches horizontales plus ou moins épaisses, dont la matière varie plus ou moins par sa couleur, sa densité et sa composition végétale. Ces alternances sont dues à l'humidité plus ou moins grande de la surface; car c'est cette humidité qui active le développement de certaines plantes qui croissent en plus ou moins grande abondance avec les sphaignes. Nous avons déjà vu qu'il arrive un point où les mousses hygroscopiques n'obtiennent plus assez de liquide pour continuer leur croissance, et qu'à leur place, lorsqu'elles disparaissent, il se forme une terre marneuse sur laquelle l'eau peut être retenue et où les sphaignes reviennent ensuite s'implanter et vivre. Dans les marais anciens et très-élevés, ces alternances de végétation répétées sur une plus grande échelle, ont déterminé la superposition de deux ou plusieurs forêts ensevelies et séparées par des couches de tourbe très-épaisses. Quand le sol cesse de s'élever au moyen des mousses hygroscopiques, la croûte de terre qui se forme à la surface peut être assez puissante pour nourrir des arbres forestiers sous lesquels l'humidité s'amasse. Mais ce n'est qu'après la chute de ces grands végétaux que le sphaigne peut reparaître; les mousses tourbeuses se rétablissent alors et couvrant de leurs innombrables tiges cette seconde forêt, elles finissent par l'ensevelir sous une nouvelle couche de tourbe. Ce phénomène peut se répéter, et ainsi plusieurs générations de grands arbres gisent enfouis et se conservent par l'incessante végétation d'une faible mousse.

La convexité et les dépressions des marais s'expliquent de la même manière que leur élévation au-dessus du niveau de l'eau. Les sphaignes remplissent d'abord les bassins les plus humides qui sont ordinairement vers le centre. Comme leur croissance est en proportion du liquide qu'ils peuvent absorber, ils y végètent naturellement avec plus d'activité. C'est seulement quand le bassin est rempli, qu'ils dépassent les bords où ils s'étendent sans cependant y former de dépôts très-épais. Et si par hasard une légère inclinaison du sol a amené l'eau vers les bords pour la conduire par un courant insensible

vers un entonnoir, ce sera dans le voisinage de ce dernier que la tourbe atteindra sa plus grande hauteur. Les sphaignes suivront toutes les parties humides, les bas-fonds d'une vallée pour s'y établir, et les monticules, s'il en existe, n'en seront recouverts que lorsque la tourbe se sera élevée des parties basses jusqu'à leur niveau. DeLuc dans ses lettres explique d'une singulière manière ce phénomène si simple; il prétend, pour donner la raison de cas semblables qu'il a observés dans le nord, que la tourbière a coulé comme un amas de limon vers les lieux bas pour y établir des embranchements. Ce savant expliquait aussi de la même manière la superposition du limon sur la tourbe aux bords des fleuves; il supposait que la matière tourbeuse étant devenue fluide, avait glissé dans cet état sous le sol limoneux pour s'y consolider ensuite.

Dans les dépôts sous-aquatiques, on n'observe pas d'alternances de végétation; l'on n'y voit pas non plus de couches de différente nature ou d'apparence diverse. La tourbe y est pour ainsi dire homogène et d'une qualité très-peu variée. Ces marais lacustres s'élèvent rarement au-dessus du niveau de l'eau; car les mousses n'y croissent pas. Cependant les deux formations se trouvent parfois superposées quand les végétaux ligneux s'implantent sur la tourbe après qu'elle a atteint la surface de l'eau et que les sphaignes viennent s'attacher à leurs débris. Une condition nécessaire à cette double formation, c'est la température froide sans laquelle les mousses hygroscopiques ne peuvent vivre; on la rencontrera donc dans les lacs du nord ou dans ceux des hautes montagnes, et alors les couches de tourbe atteindront une très-grande puissance. Lorsque de semblables marais sont exploités, on reconnaît très-facilement sur la coupe perpendiculaire le point où les deux formations se rencontrent; la partie supérieure est plus noire et stratifiée; la partie immergée au contraire est toujours moins avancée en décomposition, toujours moins mûre.

Il est une forme de stratification supra-aquatique qui n'est point le résultat d'alternances de végétation, mais bien de dépôts annuels très-différents. Sur les pentes un peu fortes, dans les petites vallées des Alpes par exemple, où les mousses tourbeuses ne sont guère nourries que par les eaux qui les traversent à la fonte des neiges, l'humidité n'est plus suffisante en automne, pour permettre à la végétation de continuer. Les mousses aquatiques, et ce sont alors surtout les *hypnes flottantes*, végétation plutôt immergée qu'émergée, entremêlées de laiches et de joncées, perdent leur consistance, s'affaissent, et à l'arrivée des frimats, elles sont comprimées par les amas de neige qui s'entassent dans les vallées. Quand, au printemps, l'eau reparaît sur la tourbière, la végétation recommence avec une grande vigueur; mais la couche comprimée reste séparée des autres autant par la différence d'âge que par les parcelles mécacées et schisteuses que les ouragans y ont apportées des roches voisines. Dans ce cas, les lames an-

nuelles ont très-peu d'épaisseur; lorsqu'elles sont arrivées à l'état de tourbe bonne et combustible, elles ont assez de ressemblance avec des feuillets de carton superposés.

Ces explications seront suffisantes, je l'espère, pour donner la raison de tous les accidents qui se présentent dans les marais tourbeux, surtout dans ceux du Jura. Il ne restera donc plus à étudier que la nature du sol sur lequel ils sont ordinairement assis.

On a toujours tort de généraliser quelques faits isolés pour en tirer des conclusions générales appliquables à d'autres faits qu'on n'a pu observer ; car la nature échappe souvent par la diversité de ses créations aux classifications que nous établissons pour la soumettre à notre impuissance. Quelques auteurs allemands, qui sans-doute n'avaient jamais étudié que des marais lacustres ou marins, ont prétendu que toutes les tourbières reposent sur le sable, et ils en ont conclu que la tourbe ne peut se produire sans être préparée par cet élément géologique. D'autres, plutôt observateurs des hauts-marais, ont vu la tourbe s'élever sur une couche de terre noire sur laquelle gisaient ordinairement des troncs et des arbres, et ils en ont conclu que dans cette terre était caché le principe chimique qui donne naissance à la tourbe. Maintenant il est prouvé que cette matière se forme sur tous les terrains, sur le basalte, le granit, les roches schisteuses, les grès, etc. On a généralement excepté le calcaire, et je pensais aussi que la nature sèche, poreuse, perméable de cette roche ne laissait jamais à la surface une humidité assez prolongée et assez abondante pour que les mousses tourbeuses puissent s'y établir. Il n'en est cependant rien, car au fond du Creux-du-Vent connu de tous les botanistes par la richesse de sa flore, les sphaignes se sont établis sur quelques troncs humides, et ils ont étendu leurs tiges nombreuses sur les débris calcaires qui sont tombés des roches voisines. Ils les ont recouverts, se suspendent même sur les flancs abruptes, et forment ainsi de minces dépôts de tourbe, par accident, il est vrai, sur le calcaire pur. Dans le Jura, les dépôts tourbeux reposent en général ou sur le sable, comme ceux des lacs, ou sur une couche de terre noire étendue sur la marne, comme les hauts-marais, ou immédiatement sur la marne, comme quelques tourbières de nos hautes vallées, lesquelles se sont originairement établies dans des étangs que les forêts n'ont pu recouvrir; d'où nous concluons que le sol sous-jacent n'a eu aucune influence sur la production de la tourbe; car la croûte de terre noire inférieure aux dépôts émergés est tout-à-fait de même nature, pour l'apparence du moins, que celle qui recouvre la marne sous les forêts humides. Sur la frontière du canton de Neuchâtel, au sud du Val-de-Travers, est une petite vallée d'un accès très-difficile, couverte d'une forêt qu'on aurait pu, il y a quelques années, appeler vierge. Quelques filets d'eau y serpentent sous les sapins au milieu des troncs et des arbres renversés. Arrêtés dans leur cours, ils forment çà et là de petits bassins de quelques pouces de profondeur, dans

lesquels il ne croit encore aucune plante ligneuse. Le sol inférieur est de la marne, sur laquelle s'étend cette même croûte de terre noire de même nature que celle des marais. Voilà donc tous les éléments réunis pour préparer la formation d'un marais tourbeux. L'on peut dès-lors prédire qu'aussitôt que l'exploitation des sapins sera achevée, cette production de la tourbe aura lieu. L'acide ulmique ou l'ulmine est contenu dans la terre sous les forêts; cela est incontestable, puisque cette matière est le principal constituant de l'humus; mais s'il fallait admettre ici cet élément comme cause de la production de la tourbe, on devrait le supposer nécessairement aussi dans tous les terrains sur lesquels repose la matière combustible, dans le sable, dans la marne, dans le calcaire ou plutôt dans les eaux qui les arrosent, eaux douces, eaux de mer, eaux de pluie, et ce serait alors un élément universel.

CHAPITRE V.

AGE PROBABLE DES MARAIS TOURBEUX.

Après les exemples de formation récente ou ancienne que nous avons cités, sera-t-il besoin de dire qu'on ne peut fixer aucune époque à laquelle on doive rapporter l'origine générale des marais tourbeux? Ils ont commencé à croître quand les circonstances favorables à leur naissance se sont rencontrées; et on les voit encore lorsque ces mêmes circonstances se renouvellent, s'établir aux bords des lacs, au fond des eaux stagnantes, ou sur le sol humide d'où les forêts ont disparu.

La puissance des couches des marais ainsi que l'aspect de la matière tourbeuse nous prouvent déjà que l'époque de leur origine est fort éloignée. Si des dépôts tourbeux ont près de cinquante pieds d'épaisseur, si d'autres ne mesurent que quelques pouces, il en est aussi dont le combustible est presque passé à l'état de charbon, tandis que dans d'autres il n'a encore perdu aucune de ses formes végétales pour les transformer par la présence des éléments étrangers. Sur le sommet du Pouillerel (Jura), on peut observer un commencement de formation tourbeuse dont la couche n'a atteint qu'un pied d'élévation. Ce marais a pris la place d'une forêt tout récemment extirpée par la main des hommes, puisqu'au milieu des broussailles, des airelles surtout qui y croissent en abondance avec les sphaignes, on trouve çà et là sur pied des troncs dont les tiges ont été sciées, coupées et emportées. Les traces de ces travaux sont partout visibles,

et la matière tourbeuse n'est encore qu'un tissu de mousses, de radicules et de débris ligneux parfaitement conservés. Au pied de cette même montagne de Pouillerel, dans la vallée du Locle, des travaux de constructions ont mis à découvert une couche de tourbe de sept à neuf pouces d'épaisseur, très-noire, très-dense, très-compacte. Quelques restes de racines y sont encore çà et là visibles, mais on y trouve aussi des matières qui paraissent carbonisées, et on pourrait facilement prendre le tout pour une couche de lignite ou de charbon de terre, si au fond de quelques parties des marais des Ponts, au bas des profondes tourbières du Danemarck et du Holstein, on ne rencontrait souvent la tourbe avec une apparence parfaitement semblable. Il y a donc entre la naissance de ces deux dépôts tourbeux si rapprochés pour le lieu, un immense espace de temps, puisque ce dernier est recouvert de quatre pieds de marne sur laquelle s'est formée encore une couche d'humus de deux pieds d'épaisseur.

On doit admettre, en thèse générale, que les dépôts lacustres se formant beaucoup plus lentement que les hauts-marais, leur origine remonte aussi à une bien plus haute antiquité. Selon toute probabilité, les premiers ont commencé leur croissance d'abord après le retrait des eaux de la grande et dernière inondation historique, tandis qu'avant l'apparition des dépôts tourbeux émergés, les forêts déjà depuis fort long-temps recouvraient la surface du sol. Il n'est donc guère probable que l'on trouve dans la mémoire des hommes des documents qui fixent l'origine des marais lacustres ou sous-aquatiques, si ce n'est peut-être celui que nous avons cité pour le canal d'Oldenbourg et quelques formations accidentelles dans la mer Baltique. Il en est tout autrement des tourbières supra-aquatiques.

On lit dans Rennie : « L'auteur de *Carl of Oromali* rapporte que l'an 1651, quand il était encore enfant, il vit dans la paroisse de Loch-Broom en West-Rossshire, une petite plaine couverte d'une forêt de sapins. Ces arbres étaient cependant si vieux qu'ils avaient perdu leur écorce et leurs rameaux. Quinze ans après, il revint dans le même lieu et ne vit plus d'arbres, mais seulement une plaine recouverte de mousses jaunâtres. En 1689 enfin, il vit tout cet espace changé en un marais où l'on exploitait de la tourbe. »

On trouve sur le Simplon des tourbières de un pied et demi de profondeur, reposant sur trois pieds de terre noire et entremêlées de branches de pins, de mélèses et de genévriers. Avant les travaux entrepris par les Français pour la construction de la route, le sol était encore couvert de forêts. C'est donc depuis une cinquantaine d'années que la tourbe a commencé à croître dans ces lieux élevés où on l'exploite déjà comme combustible [1].

[1] Ce fait m'a été communiqué par M. Godet, inspecteur des études à Neuchâtel.

Avant de rien conclure sur le temps nécessaire à la production d'une couche d'une épaisseur donnée, rappelons encore quelques faits historiques; ils auront du moins le mérite de l'opportunité, et prouveront que nous ne cherchons point à soutenir des théories vagues et hasardées. On a trouvé dans un dépôt tourbeux de l'île de Man, le squelette d'un cerf véritable géant, déposé au musée d'Edimbourg; la hauteur du corps est de six pieds six pouces, sa longueur de dix pieds dix pouces; chaque ramure du bois mesure cinq pieds et le bois entier onze pieds dix pouces. A quelle époque a dû vivre un animal de cette espèce (1)? En 1817 on a retiré d'un marais de la Frise orientale le squelette d'un homme dont les vêtements étaient encore très-bien conservés. D'après la forme de ces habillements, on a reconnu que ces ossements étaient enfouis depuis mille ans environ; ils ont été découverts sous une dizaine de pieds de tourbe. Nous avons dit déjà qu'on a recueilli au fond des dépôts tourbeux de l'Angleterre et de l'Allemagne une grande quantité de médailles, d'armes, d'ustensiles et d'instruments romains; nous avons cité les constructions en bois, les routes viables à une époque connue et maintenant recouvertes d'une épaisseur de matière facile à mesurer; le dépôt qui a comblé le canal d'Oldenbourg navigable encore en 1320, et dont la masse a une capacité de six, huit, douze, seize pieds de tourbe suivant l'éloignement du bord. Nous pourrions encore citer l'opinion de Van Marum, qui prétend avoir vu se former trois pieds de tourbe combustible, dans un bassin de son jardin, en moins de cinq ans, et une foule d'autres faits, sur lesquels divers auteurs ont appuyé leurs suppositions sur l'âge des marais tourbeux. Mais toutes ces preuves ne sont guère applicables qu'à des localités spéciales et n'ont que peu de valeur pour l'ensemble; car ce qui est vrai pour une époque ne l'est pas toujours pour une autre. La manière dont se succèdent, s'entremêlent, se développent les groupes végétaux qui forment la tourbe, varie à des distances très-rapprochées et sur un même dépôt tourbeux, au point que même en évaluant, par des observations trigonométriques, la croissance d'un marais pendant un certain nombre d'années sur une ligne connue, on ne pourrait encore en tirer que des conclusions hypothétiques pour l'avenir; car dans tout calcul il faut tenir compte du temps pendant lequel la croissance reste à-peu-près stationnaire, par exemple, pour les hauts marais, pendant que la nature prépare l'établissement d'une nouvelle famille végétale, quand le sol ne fournit plus à celle qui disparaît une nourriture assez abondante pour en favoriser le développement.

Si malgré cela nous étions appelé à émettre une opinion sur ce sujet, nous conclurions hypothétiquement de toutes les recherches faites sur nos tourbières jurassiques et de

(1) Il s'agit ici sans doute d'un dépôt de lignite plutôt que d'un dépôt tourbeux.

toutes celles qui sont rapportées par des auteurs dignes de foi, que la *croissance primitive* de la tourbe n'est que rarement de moins de deux pieds par siècle, et que très-souvent, dans ce même laps de temps, elle est du double plus rapide. Car en admettant que la vieille route du marais des Ponts ait été abandonnée vers 1540, ce qui ne serait point exagéré, s'il est vrai qu'elle était encore viable en 1517, on aurait déjà pour résultat un pied de tourbe dans un siècle, même en ne tenant aucun compte du soulèvement qui doit se faire sentir sous une construction d'une grande surface et composée de matériaux peu pesants. Or ici les circonstances sont très-peu favorables à la croissance de la tourbe, puisque tout près de l'ancienne chaussée abandonnée, on en a construit une nouvelle bordée de profonds canaux de desséchement, dont l'action se fait sentir sur le marais et en gêne la croissance à une distance plus grande que celle où se trouve cette vieille route en bois.

La plupart de nos hauts marais jurassiques, celui des Ponts entre autres, ne paraissent avoir commencé leur croissance qu'après le défrichement des vallées qui les renferment. Les dépôts de cendres que j'ai observés sous la tourbe à un pied au-dessus du fond des couches n'en seraient-ils pas déjà une preuve? De plus, la quantité de souches et de racines extraites des marais est sans aucun rapport avec le peu d'arbres qu'on trouve au fond des tourbières. Il paraîtrait donc que les sapins qui couvraient le sol ont été coupés et emportés pour obtenir des pâturages, comme cela se pratique encore maintenant dans les défrichements. L'époque de ces travaux pourrait être rapportée au commencement du 14me siècle; or comme les marais du Jura ont dans plusieurs endroits dix-huit à vingt pieds de profondeur, ce serait ainsi une croissance de plus de trois pieds par siècle.

Ces résultats ne s'accordent pas, j'en conviens avec les opinions de plusieurs auteurs qui ont donné à la croissance de la matière une rapidité beaucoup plus grande. Mais il vaut toujours mieux tromper les prévisions d'une manière favorable. Je n'admets comme véritable tourbe, que celle dont la décomposition est déjà assez avancée pour donner un bon combustible. Si ces calculs ne satisfont pas les spéculations humaines; si nous nous étonnons de voir la nature ne pas mesurer son travail au peu d'espace que remplit notre vie, nous ajouterons que la science des tourbières est encore dans l'enfance, et que l'homme est appelé à aider la nature pour la plier en quelque sorte à ses besoins. Un jour viendra, je n'en doute pas, où l'on saura diriger, hâter la croissance de la tourbe et calculer les résultats des travaux avec autant d'exactitude qu'on peut le faire pour les forêts. Alors on appréciera, mieux qu'on ne le fait maintenant, la valeur réelle des marais tourbeux.

CHAPITRE VI.

REPRODUCTION DE LA TOURBE.

La régénération de la tourbe s'opère, du moins pour les hauts marais, dans des circonstances beaucoup plus faciles à étudier que celles de la croissance primitive. Aussi ne comprend-on guère comment ce phénomène a pu être nié par quelques savants auteurs, et comment aujourd'hui encore plusieurs personnes doutent de la possibilité d'une reproduction dont on peut facilement suivre les phases diverses sur tous les marais en exploitation. On ne nie plus guère, il est vrai, que les fosses creusées depuis un certain temps ne se soient remplies peu-à-peu, mais on prétend que la matière dont elles sont comblées n'est point de la tourbe et ne formera jamais un bon combustible. Sur quoi est fondée cette opinion? Est-ce peut-être sur l'apparence de la tourbe de nouvelle formation qui, plus jaune, moins compacte, moins imprégnée d'éléments étrangers, développe très-peu de calorique par sa rapide combustion? Mais nous avons vu la même chose dans la tourbe de première production. Les couches nouvellement formées sur les plus anciens marais, celles de la surface, même celles du fond, quand elles sont immergées, ont tout-à-fait la même apparence et la même composition que la tourbe qui se renouvelle après les exploitations. Il n'y a nulle part une ligne de démarcation possible entre ce qui est tourbe et ce qui ne l'est pas encore. Du moment que les végétaux des marais n'entrent pas en décomposition rapide pour se changer en humus, ils appartiennent à la formation de la tourbe, quel que soit leur aspect extérieur. Il en est à cet égard des couches reproduites comme des couches supérieures des anciens dépôts : elles affectent insensiblement des propriétés et une apparence diverses, à mesure qu'elles sont recouvertes par d'autres couches et soumises à l'influence des agents qui les métamorphosent. Il n'y a de problématique que le temps nécessaire aux transformations insensibles.

Oui, la tourbe se reproduit. Les lois de la nature ne sont pas soumises aux caprices des hommes. Que les causes subsistent, et les effets auront leur cours. Quel obstacle supposerait-on au rétablissement des végétaux tourbeux dans les lieux mêmes où ils ont toujours vécu? Cette reproduction se fait sur les tourbières émergées comme dans les marais sous-aquatiques; seulement, comme l'eau a été la condition nécessaire d'une première formation, elle le sera aussi d'une seconde. Il n'y aura donc jamais régénération de la tourbe dans les lieux d'où l'humidité aura disparu, et où la pente du terrain

et des écoulements continus maintiendront la sécheresse. Dau semble prétendre le contraire, en affirmant que la tourbe ne se reproduit que là où il n'y a pas d'eau, ou du moins là où il y en a très-peu. *Parce que*, dit-il, *les végétaux ne se sèment et ne croissent pas dans les fosses pleines d'eau.* Cette assertion est une preuve manifeste des faibles connaissances botaniques qu'avait cet auteur, car il est plusieurs espèces de phanérogames et de mousses aquatiques qui s'établissent de préférence dans les fosses profondes; et une espèce de sphaigne entre autres paraît surtout destinée par la nature à combler les enfoncements que l'eau recouvre et à préparer ainsi le sol à la végétation aérienne. Dans nos marais jurassiques, l'on rencontre à chaque pas des exploitations ou entièrement comblées ou remplies à moitié, ou dont le fond seulement est couvert de végétation tourbeuse, suivant leur âge. Avant d'avoir obtenu des dates précises sur le temps nécessaire à la reproduction d'une couche d'une épaisseur donnée, j'avais cherché par des observations annuelles sur les sphaignes et les mousses aquatiques, à apprécier l'élévation du marais dans une année et dans les circonstances les plus générales. J'en étais venu à admettre, en tenant compte autant que possible de la dépression, que la croissance de la tourbe qui se reproduit est, en moyenne, d'un pouce par année. Au mois de février 1841, dans un Mémoire qui fut agréé par l'autorité supérieure de Neuchâtel, je n'osais encore émettre cette opinion que comme une hypothèse, car elle n'avait pas encore pu être vérifiée par des faits positifs. Mais pendant l'été de la même année, une commission nommée pour l'examen des tourbières jurassiques, et qui avait surtout mission de découvrir des preuves positives de la reproduction de la tourbe et du temps nécessaire à la croissance d'une couche connue, reconnut l'exactitude de cette assertion dans des exploitations anciennes dont la date a pu être constatée. Dans les marais des Ponts, entre autres, à quelque distance au sud du village, on peut voir des fosses d'une étendue assez considérable, qui sont à-peu-près entièrement comblées, et dont on ne reconnaît plus que les contours. Le propriétaire de ces tourbières, vieillard respectable et digne de foi, a vu lui-même et dirigé la première exploitation qui s'est faite jusqu'au fond il y a 70 ans. Dès-lors la matière tourbeuse s'est élevée de six pieds dans ces fosses, ce qui donne une croissance d'environ un pouce par année. J'ai soigneusement examiné cette tourbe reproduite, tant dans sa composition végétale que dans ses propriétés combustibles. Elle est jaunâtre, formée presque entièrement par les sphaignes et les mousses flottantes; sa densité est d'un quart moindre que la bonne tourbe des hauts marais du Jura; elle est en un mot semblable en tout à celle qu'on trouve vers la partie supérieure des marais anciens, ou au fond de plusieurs dépôts dans le voisinage de la Brévine. On peut s'en servir comme combustible, et quelques travaux préparatoires la rendraient sans doute exploitable en peu d'années. Je rapporte ce seul exemple,

parce qu'il est le plus remarquable, et que cette exploitation est la plus ancienne dont on ait obtenu la date précise dans nos marais. Mais une foule de cas semblables peuvent être constatés dans des proportions moins grandes. Près des Ponts, on voit une seconde fosse exploitée il y a 40 ans, et qui est déjà remplie de quatre pieds de tourbe. Vis-à-vis des Cœudres (Jura), les plus anciennes exploitations sont remplies jusqu'au niveau du marais. Dans les environs de la Brévine, le premier endroit de notre Jura où l'on se soit servi de la tourbe comme combustible, on rencontre plusieurs de ces anciennes fosses entièrement comblées et dont il est même impossible de retrouver les contours; la tourbe reproduite se trouve maintenant au même niveau que celle de première formation. On m'a fait voir aussi dans les marais des Verrières des prairies maintenant parfaitement nivelées, où des vieillards se souviennent d'avoir vu faire les premières exploitations. Dans les marais des Ponts, enfin, au milieu des couches de tourbe noire et de très-bonne qualité, on rencontre çà et là des bancs de matière jaunâtre et peu compacte, séparés de la masse générale par des lignes verticales, nettes et tranchées comme le sont les parois des exploitations. Comme j'étais un jour occupé à examiner l'une de ces couches, un des ouvriers qui l'exploitait en retira un fer à cheval tout-à-fait oxidé, preuve que cette tourbe était de seconde formation. Elle se vend comme l'autre, et est un combustible passable.

Il y a longtemps déjà que de semblables observations ont été faites et recueillies dans le Hanovre et en Hollande. L'un des faits les mieux constatés m'a été communiqué par le professeur Senf d'Eisenach, qui m'apprend que dans le marais de Warmbruch, en Hanovre, la tourbe reproduite en trente années est d'une épaisseur de quatre et six pieds. On pourrait réunir ainsi une foule de données qui fixeraient les incertitudes pour telle ou telle localité particulière. Mais il faut appliquer aussi à la reproduction ce que nous avons dit de la formation primitive; c'est qu'elle est toujours en rapport avec les circonstances extérieures qui sont plus ou moins favorables à son développement. Nous n'aurons sur ce sujet des données bien certaines que quand nous pourrons diriger la végétation des plantes les plus propres à la composition d'une bonne tourbe. Entre les mains de la nature, la tourbe varie toujours suivant les localités. On comprend donc que DeLuc ait pu affirmer, sur la foi d'un inspecteur des tourbières de Hollande, que dans les marais de Duvels, les fosses exploitées à six pieds de profondeur se sont comblées en moins de trente ans. On admettra aussi comme justes les observations de Rolland de la Platrière, qui indique comme terme moyen de la régénération des tourbes un laps de cent années. Seulement il est difficile de comprendre comment Van Marum a pu voir se former cinq pieds de tourbe en cinq ans dans un bassin de son jardin, et cela par des dépôts confervoïdes.

Voici la marche que suit la nature dans son travail de reproduction de la tourbe. Quand les fosses exploitées à une certaine profondeur ne sont pas desséchées par un ruisseau d'écoulement, elles se remplissent d'eau en peu de temps, autant par l'action des pluies que par le suintement du liquide contenu dans la matière qui les entoure. Quand le bassin est profond, de six pieds, par exemple, la végétation s'y établit lentement; les seules conferves y vivent les deux ou trois premières années, et leurs dépôts successifs forment au fond du bassin une couche vaseuse sur laquelle viennent s'établir peu-à-peu quelques mousses flottantes, le sphaigne pointu *(Sphagnum cuspidatum)*, le hypne flottant *(Hypnum fluitans)*, les utriculaires, etc. Souvent la surface est couverte par la lentille d'eau *(Lemna)*. Bientôt les innombrables ramifications de ces plantes s'étendent à toute la fosse, la remplissent, et leurs débris se tassent peu-à-peu sous le poids des végétations successives. Dès que le sol est assez ferme pour soutenir les mousses que j'appellerais volontiers amphibies (celles dont les tiges s'imprègnent de l'humidité intérieure pour la transmettre à leurs couronnes qui vivent à l'air), la croissance prend une activité extraordinaire. Chaque année les touffes compactes s'affaissent un peu mais continuent à s'élever sans interruption. Le sphaigne absorbant se mélange aux touffes ligneuses de la linaigrette *(Eriophorum vaginatum)*, aux tiges innombrables des prêles et des laiches, et en peu de temps les fosses se comblent [1]. Ainsi s'entasse la matière première de la tourbe, en attendant qu'elle subisse les modifications qui en font un bon combustible.

Les premières années, pendant lesquelles les fosses restent pleines d'eau et inaccessibles à d'autres espèces de plantes qu'aux conferves, me paraissent à-peu-près perdues pour la reproduction de la tourbe. Nulle part, dans nos hauts marais jurassiques, les dépôts confervoïdes que j'ai examinés, même avant leur complète décomposition, ne m'ont paru d'une épaisseur de plus d'un pouce. Le plus avantageux serait d'établir tout d'abord au fond des exploitations les végétaux plus ligneux qui croissent plus rapidement. Les sphaignes et la linaigrette méritent sans nul doute la préférence. Dans ce but, après l'enlèvement de la tourbe, il faudrait laisser au fond de la fosse un demi pied d'eau environ; puis y jeter la découverte en ayant soin de ne pas retourner les mottes sens dessus dessous; car les mousses qui la forment se propageant par boutures aussi facilement que par graines, autant du moins que j'ai pu le voir, elles y continueront leur végétation comme à la surface. Ces touffes supérieures contiennent d'ailleurs naturellement une immense quantité de graines que la grande humidité peut faire germer. Il

[1] L'élévation des touffes de sphaignes, sans tenir compte de la dépression, est souvent de trois pouces par année.

serait aussi utile d'implanter parmi ces débris de la surface, les linaigrettes et les carex, en jetant dans les fosses quelques-unes de ces plantes avec leurs longues racines, qui bientôt y seraient établies en grande quantité. A mesure que toutes ces plantes s'élèvent, les canaux, qui avaient d'abord servi à l'écoulement de l'eau jusqu'à un certain niveau, s'obstruent par les débris de tourbe qui y tombent et par la croissance même et la décomposition des végétaux ; l'eau s'élève donc aussi et le phénomène se produit avec toute l'activité dont il est susceptible.

Mais ici se présente une question qui ne peut guère être résolue que par des expériences directes, c'est celle de l'influence de certaines espèces végétales sur la qualité de la tourbe. Le ligneux ne suffisant point pour donner au combustible sa valeur, il faut d'autres éléments qui, par leur mélange, leur groupement, l'intensité de leurs attractions, etc., fassent naître des combinaisons nouvelles, des produits nouveaux, suivant les affinités chimiques qu'ils ont entre eux. La résine, par exemple, qui découle parfois du pin des marais en si grande abondance que je l'ai vue recouvrir le sol à plusieurs lignes d'épaisseur, est un de ces éléments dont le mélange est particulièrement favorable à la qualité de la tourbe. Ces pins vivent à la surface des hauts marais à-peu-près dans toutes les conditions possibles d'humidité. Autant que j'ai pu le voir, la dissémination des graines est la seule cause de leur propagation. C'est encore là un des travaux de la nature que l'homme devrait imiter, et dont il tirerait grand avantage, autant pour la qualité du combustible que pour le bois qu'on pourrait en retirer. Les bouleaux qui se mélangent à toutes les couches tourbeuses croissent aussi très-facilement sur les hauts marais et semblent, comme les pins, plutôt activer que gêner la végétation des sphaignes. Il en est de même du bouleau de Sibérie, de l'airelle des tourbières et des bruyères, arbustes qui tous contiennent beaucoup de tannin, principe dont chacun connaît les propriétés antiseptiques. Or c'est autour de ces petits arbustes que les touffes de sphaignes s'élèvent avec la plus grande activité.

Il faudrait pour bien apprécier toutes ces circonstances, que des expériences fussent faites sur les marais tourbeux et autant que possible aux frais et sous la direction des gouvernements, dont les vues et les travaux sont moins passagers et plus suivis que les entreprises des simples particuliers, limitées d'ordinaire à la durée de leur vie. Voici, ce me semble, quel serait le moyen le plus facile d'obtenir les résultats comparatifs auxquels on doit tendre.

La partie du marais destinée à ces exploitations modèles, devrait être partagée au milieu et de haut en bas par un fossé d'écoulement aussi profond que le permettraient les circonstances, pour déverser l'eau dans un entonnoir ou un ruisseau latéral, comme il s'en trouve souvent dans le voisinage de nos hauts marais jurassiques. Perpendiculai-

rement à ce premier fossé et de chaque côté, en commençant par la partie intérieure du marais, on creuserait une fosse d'une étendue proportionnée à la surface totale qu'on voudrait exploiter, d'un cinquantième, par exemple. Chaque année une fosse semblable serait exploitée parallèlement à la première, et ainsi de suite en avançant vers le bas. Mais on laisserait sur pied, pour séparer chaque exploitation annuelle, un banc de tourbe d'une étendue égale à celle des fosses, afin de les séparer et de pouvoir ménager dans chacune d'elles le liquide, suivant les besoins de la végétation qu'on y établirait. Dans chacune de ces fosses on ferait croître ou une seule espèce de mousses ou de plantes tourbeuses, ou un mélange de divers végétaux. On pourrait tout d'abord juger de l'activité de croissance de chacune des fosses et savoir quels sont les procédés les plus favorables à la propagation des plantes tourbeuses. Au bout de vingt-cinq ans, le tout serait exploité, mais il resterait vingt-cinq portions égales correspondant aux espaces entre les fosses, sur lesquelles on pourrait répéter l'opération. Pendant ce temps, les premières fosses se seraient à-peu-près comblées; l'eau maintenue au fond aurait empêché la tourbe laissée sur pied de s'efflorer et de tomber en poussière au contact de l'air. Peut-être même cette matière, soustraite à l'influence d'une humidité toujours la même, subirait-elle une transformation analogue à celle d'une maturité hâtée, que je crois très-favorable à la qualité de la tourbe. Quand, au bout de cinquante années, l'exploitation serait ainsi arrivée à son terme, on n'aurait rien perdu de la matière combustible, on aurait eu un emplacement commode pour dessécher la tourbe, avantage dont on se prive souvent par des exploitations mal combinées, et l'on aurait enfin une série de résultats comparatifs, d'où l'on pourrait tirer des conclusions positives sur l'emménagement et la conservation des marais tourbeux.

Tout ce que je viens de dire se rapporte essentiellement à la régénération de la tourbe dans les hauts marais. Je dois avouer en toute sincérité que, malgré des recherches actives, il m'a été impossible de trouver des traces positives de reproduction sous-aquatique dans les marais lacustres du Jura. La tourbe d'abord y est exploitée depuis fort peu de temps et les exploitations ne sont permises dans les grands marais du Seeland que tout près du bord des lacs où elles sont chaque année remplies par le sable pendant les inondations. Les fosses anciennes sont, il est vrai, recouvertes d'une végétation très-active des mêmes espèces de plantes que celles qui ont primitivement produit la tourbe; on en retrouve les débris mélangés au sable à une certaine profondeur; mais on ne peut en conclure que c'est là une régénération tourbeuse. Il est impossible cependant de ne pas admettre par analogie cette reproduction de la tourbe immergée. Plusieurs auteurs l'ont observée sur les bords de la mer et de quelques rivières de France. Dau a vu en Danemarck plusieurs fosses, jadis creusées à six pieds de profondeur, comblées

par la végétation des joncs et des roseaux, au point qu'on pouvait à peine en distinguer les contours. Je lis dans une dissertation sur la tourbe de Picardie par Bellery[1] 1754 : « Il se forme journellement de la tourbe dans les marais de Péronne et de Saint-Christ, pourquoi ne s'en formerait-il pas dans les lieux d'où l'on a tiré l'ancienne? On trouve quelquefois des bancs de tourbe appuyés l'un contre l'autre, bien différents quant à la qualité et qui semblent n'avoir aucune liaison ensemble. L'une est noire, compacte et ferme, l'autre jaunâtre et légère. Cette dernière est une tourbe nouvelle qui s'est formée dans les lieux d'où l'on avait tiré l'ancienne; elle est moins ferme; elle perd davantage de son volume en séchant; ses cendres ne sont pas si bonnes pour l'engrais des terres; enfin elle n'a pas reçu assez de soufre et de bitume pour être parfaite. »

Comme la production primitive dans les marais immergés est très-lente, on doit admettre que la régénération de la matière s'y opère aussi bien plus lentement que dans les tourbières supra-aquatiques. C'est peut-être la raison qui jusqu'à présent a empêché de préciser les observations et de fixer le temps nécessaire à la reproduction. D'ailleurs les circonstances qui favorisent d'ordinaire la végétation de la tourbe, sont moins nombreuses à cause de l'abaissement du niveau des eaux dans plusieurs localités. Cependant, en thèse générale, on est forcé d'admettre une reproduction. On arrivera difficilement sans-doute à favoriser le développement des végétaux immergés; mais on pourra toujours diriger les exploitations dans le but de la régénération, partout où l'eau sera assez abondante, et à la longue, on obtiendra des résultats favorables ou tout au moins les incertitudes seront enfin levées.

Au reste la reproduction est beaucoup plus importante pour les hauts marais que pour les tourbières immergées. Ces dernières devraient être envisagées plutôt comme terres de culture et exploitées dans ce but; les autres au contraire devraient toujours être exploitées en vue de la régénération.

Après tout ce que nous avons dit, peut-on conclure quelque chose de positif sur le temps nécessaire à la décomposition des plantes, et à la formation d'une tourbe qui soit un bon combustible? Je n'émettrai aucune opinion à l'égard des tourbières immergées, mais je crois que par analogie, on peut juger approximativement de la durée du travail de la nature pour amener les végétaux à l'état de tourbe dans les hauts marais. On nomme *découverte* ou *bourin* la couche supérieure de la tourbe dont le tissu est trop lâche, trop peu compact pour être exploité avantageusement. Cette couche a d'ordinaire un pied à un pied et demi d'épaisseur. C'est sous la découverte que la tourbe commence à devenir bonne. Si l'on admet que la croissance est de deux pieds par siècle, il faudra

[1] Pages 37 et 38.

soixante et quinze années pour produire cette découverte et par conséquent pour amener la partie qu'elle recouvre à un état de décomposition suffisante. Au bout du même laps de temps, ce qui était jadis surface, se trouvera enfoncé d'un pied et demi et au-delà, à l'état de tourbe. Il doit en être ainsi de la décomposition des végétaux qui ont régénéré la matière; ce temps sera à-peu-près le même suivant les circonstances plus ou moins favorables à la décomposition. Une immersion profonde et une température très-basse la retarderont; elle sera au contraire activée par la présence de l'air.

Prendra-t-on ces idées pour de vagues et inutiles rêveries sans fondement? A Dieu ne plaise, car elles sont le résultat de plusieurs années de recherches actives et d'observations consciencieuses. Qu'elles soient rejetées par un grand nombre de propriétaires dont l'unique vouloir est le profit du moment, je le comprends. Mais il se trouvera peut-être quelque homme de cœur, ami de son pays, qui emploiera une parcelle de sa fortune à des expériences que le riche seul peut faire. Puissent les résultats obtenus emmener enfin mes concitoyens à cette conviction, qui se fortifie toujours plus en moi, c'est que les marais tourbeux sont, non point un bien mort, mais une fortune active, non point une chose profitable pour le présent seul, mais nécessaire à l'avenir, non point enfin un sol inutile et qu'il faut se hâter de détruire, mais un de ces bienfaits de la sage nature que l'homme doit reconnaître et étudier; un de ces trésors dont il peut profiter pour lui-même, mais dont il doit compte à ses descendants.

---

§. 2. PARTIE PRATIQUE.

CHAPITRE Ier.

EXPLOITATION DE LA TOURBE.

Il n'est pas d'observateur un peu attentif qui, en parcourant nos dépôts tourbeux jurassiques, n'ait été frappé de la négligence, du désordre, de l'extrême incurie avec laquelle on les exploite; et cela dans tous les sens, de toutes les manières, à toutes les profondeurs, sans s'inquiéter d'autre chose que d'en tirer le meilleur parti possible.

C'est au point que celui qui aurait pris à tâche d'anéantir nos marais tourbeux, ne pourrait mieux arriver à ses fins qu'en encourageant les exploitations telles qu'on les fait maintenant. Cet état de choses, qu'on observe dans plusieurs autres pays de l'Europe, a souvent excité les regrets des hommes qui s'inquiètent du bonheur de leur patrie. Voici ce que m'écrit à ce sujet un savant naturaliste de France, un de ces hommes dont toute la vie a été remplie par des travaux honorables et des recherches utiles, le docteur Mougeot de Bruyères, à qui je dois de précieux encouragements, des conseils et des secours, comme la meilleure amitié les donne : « Nous avions de belles tourbières au sommet de nos Vosges, comme il en existe dans le Jura; nous en avions dans le fond des vallées. On a exploité sans méthode, sans songer qu'il y avait des emplacements où il était possible de reproduire de la tourbe. Nos ingénieurs aux mines sont venus parmi nous donner des conseils; on ne les a pas écoutés, parce que l'administration du pays ne s'est pas elle-même occupée de cette matière importante, et nous commençons à reconnaître quel préjudice cette négligence administrative, cet arbitraire dans l'exploitation de nos tourbes ont causé au pays. »

Il faut le dire cependant, dans ces derniers temps on s'est occupé un peu sérieusement dans quelques localités de régulariser l'exploitation de la tourbe à mesure qu'on a mieux apprécié la valeur du combustible. Mais les directions données, les précautions prises, l'ont été sous le rapport technique tant seulement. On s'est attaché à extraire d'un marais le plus de matière possible et à trouver le moyen de n'en rien perdre. Un rapide coup-d'œil jeté sur les inconvénients des exploitations mêmes les mieux dirigées et telles qu'on les fait maintenant, prouvera l'insuffisance et le danger des méthodes employées.

Nous savons déjà quelle influence l'eau a sur la formation primitive et la reproduction de la tourbe. Nos marais jurassiques se trouvent divisés en un très-grand nombre de petites propriétés particulières. Quelques dépôts seulement appartiennent dans leur totalité à des communes qui les ont transformés en pâturages ou qui permettent l'extraction du combustible moyennant une certaine redevance par toise carrée suivant la profondeur. Les hauts marais jurassiques toujours élevés au-dessus du niveau de l'eau, sont ainsi ordinairement attaqués sur les bords, parfois sur tout leur contour, à cause de la facilité qu'on a de conduire les eaux dans les ruisseaux ou les entonnoirs qui les avoisinent. La partie inférieure mise à nu par l'exploitation et inclinée ou coupée de fossés d'écoulement, reste par conséquent desséchée et sans usage; car les quelques touffes de linaigrettes et de joncées qui y croissent ne peuvent servir ni à la reproduction de la tourbe, ni à la nourriture des bestiaux. A peine peut-on utiliser ce sol pour le desséchement de la matière exploitée, car il reste mol et de difficile accès. D'ailleurs les dépôts tourbeux remplissent des bassins qui deviennent plus profonds à mesure qu'on s'avance

vers l'intérieur, et si l'on veut continuer à niveler la surface, on est forcé d'abandonner les couches inférieures, dès que les exploitations pénètrent plus avant dans le marais, et c'est toujours une perte réelle pour le propriétaire. Il n'y a donc pas de méthode réelle dans ce mode d'exploitation.

On pourrait cependant se contenter de travaux ainsi exécutés, s'il n'y avait de dommage que pour le propriétaire; car la simplicité, la facilité de l'exploitation compenseraient la perte; mais il n'en est malheureusement pas ainsi.

Le premier effet produit sur un marais en croissance dans le voisinage des fosses d'où l'eau a été entièrement enlevée, c'est une dépression considérable de la surface, la disparition des végétaux qui servaient à la production de la tourbe et à son élévation, et partant une interruption dans la croissance primitive du marais. On peut objecter il est vrai, que l'influence du desséchement ne se fait pas sentir à une très-grande distance des exploitations, puisque la spongiosité de la tourbe empêche l'humidité de se perdre entièrement; cependant on comprend qu'à la longue le liquide diminue dans toute l'étendue d'une tourbière par cette spongiosité même qui tend à rétablir l'équilibre dans les parties privées d'eau aux dépens de celles qui en sont saturées. Quand les exploitations se font sur une grande étendue avec un écoulement constant, et que les couches mises à découvert et coupées perpendiculairement ne sont pas soutenues latéralement par celles qui restent sur pied, le dommage est encore plus grand et plus appréciable. Car alors, comme on peut l'observer sur le marais de la Vraconne, près de Sainte-Croix (Jura), la partie dénudée et exposée par l'exploitation au contact de l'air s'affaisse, se déprime, s'incline sur sa base et finit par se séparer forcément des couches intérieures par des crevasses plus ou moins profondes qui font pénétrer la sécheresse toujours plus avant dans l'intérieur du dépôt. Comme matière charbonneuse, la tourbe est à la vérité indécomposable; cependant le contact de l'air, l'action des pluies, des gelées surtout la font tomber en poussière et lui enlèvent les éléments les plus favorables au développement du calorique dans la combustion, les parties minérales, la résine, etc. Voilà donc un double dommage, la croissance arrêtée, la qualité de la tourbe gâtée; souvent même des masses de matière absolument perdues, car lorsque l'affaissement des couches continue, des pans entiers se couchent comme des murailles renversées sur les exploitations, et altérée par les agents atmosphériques, cette masse de combustible devient inutile, et le propriétaire a souvent de la peine à s'en débarrasser pour continuer ses exploitations.

L'exploitation d'une tourbière peut ainsi causer un grand dommage aux propriétés voisines, qui par l'éloignement de l'eau perdent une grande partie de leur valeur, sans compter que la croissance présente est anéantie et la reproduction future rendue impossible. Que les canaux pénètrent vers l'intérieur d'un marais en longeant, comme il arrive

souvent, les propriétés voisines sur une grande étendue, le dommage s'augmentera et ce sera un vol réel, une injustice supportée par plusieurs au profit d'un seul. J'ai vu dans les marais des Ponts des tourbières autour desquelles les voisins avaient ainsi creusé des fossés profonds pour faciliter leurs propres exploitations. Ces tourbières s'affaissant de tous côtés, se voûtaient en dôme et dépérissaient sans qu'il fût possible au propriétaire d'apporter aucun remède au mal, sans qu'il osât même se plaindre des voisins qui n'avaient fait qu'user strictement de leur droit. L'agent producteur et conservateur de la tourbe, l'eau appartenant à tous, il y a entre les divers propriétaires d'un marais une communauté d'intérêts qu'une surveillance supérieure peut seule équitablement répartir. Les autorités de chaque état devraient donc avoir droit d'inspection et de direction pour les exploitations, dans l'intérêt même des possesseurs. On établirait alors des réglements et des compensations pour que le profit ne soit pas pour un seul au détriment des autres. Une distance de six pieds au moins devrait toujours être accordée entre un fossé d'écoulement et la propriété voisine, et si l'écoulement est continu, ce ne serait point une trop large compensation que de céder à celui qui n'exploite pas la bande de sol qui borde le fossé.

Un autre inconvénient nait pour les exploitations dans l'intérieur des marais, quand une tourbière entourée de tous côtés par les propriétés étrangères ne peut être desséchée par un fossé d'écoulement; car alors on ne peut creuser assez profond pour obtenir une bonne tourbe, à cause de la quantité d'eau qui se ramasse dans les fosses, et la surface seule est attaquée comme un damier. Si ce mode d'exploitation est favorable à la reproduction, il n'est d'aucune utilité pour le propriétaire et il a l'inconvénient de mélanger à des distances très-rapprochées des tourbes de deux qualités qui rendent les exploitations futures moins avantageuses. Dans ce cas, il me semble injuste qu'un possesseur ne puisse tirer parti de son bien; et de même qu'il est toujours permis d'emporter le bois des forêts et les produits des champs à travers les champs et les forêts voisines, ainsi devrait-il être permis de creuser même sur une propriété étrangere des fossés d'écoulement pour un temps court et limité et moyennant idemnité. Comblés à l'époque fixée, ils seraient bientôt remplis d'eau et n'exerceraient pas sur tout un marais leur influence destructive.

Une considération semblable se présente quand on examine les emplacements choisis et réservés pour l'*étente* et le desséchement de la tourbe. Si les exploitations s'avancent de l'extérieur vers l'intérieur du marais, il arrive un point où la surface mise à nu devient trop molle pour qu'on puisse y déssécher le combustible. Il faut alors le rejeter sur le bord de l'entaille et l'étendre sur la propriété voisine. Or l'entassement, la pression de la tourbe humide à la surface du sol, le transport, le passage des chars, des

chevaux et des ouvriers détruisent les végétaux tourbeux et arrêtent la croissance du marais. C'est encore une injustice en faveur de celui qui exploite. Répétées sous mille formes différentes, ces pertes deviennent considérables et pourtant personne ne s'avise de se plaindre ou de chercher un remède au mal; tant il est vrai que l'habitude ou de funestes préventions finissent souvent par donner à l'iniquité l'apparence du droit.

Nous sommes forcés de le reconnaître, que les principes les plus simples sur lesquels doit reposer une exploitation méthodique des hauts marais, sont inconnus et sans application; car une méthode pour être acceptable doit à la fois empêcher les pertes inutiles et procurer le plus grand avantage possible.

De tout ce que nous avons dit dans la partie théorétique, découlent pour l'exploitation ces quelques règles générales qui pourront être modifiées de bien des manières, selon les cas particuliers.

1er *Principe*. Combiner la plus grande profondeur possible dans les creusages avec le maintien de l'eau dans les fosses, le transport et le desséchement de la matière. Si le mode d'exploitation proposé dans le chapitre précédent n'est pas toujours facile, s'il exige une surveillance assez suivie, il fournit du moins toujours le moyen d'établir les canaux d'écoulement de manière à pouvoir y retenir l'eau à volonté. Or comme la tourbe est imperméable, on peut rejeter dans les fossés, après l'exploitation, une assez grande masse de matière pour les obstruer.

2me *Principe*. Empêcher les exploitations sur une vaste surface continue, attendu que dans ce cas l'écoulement de l'eau ne peut s'effectuer que par la pente même du sol sur lequel on extrait la tourbe, ou par des canaux trop longtemps ouverts. On peut sans doute établir des barrages au moyen de bancs de matière tourbeuse laissés sur pied ou avec les débris des exploitations qu'on entasse en digues à la suite des ouvriers. Mais dans le premier cas, si les bancs ne sont pas assez puissants pour permettre une seconde exploitation, on perd une certaine quantité de matière; dans le second cas, qui est applicable dans plusieurs circonstances, la matière reproduite se mélangeant avec l'ancienne tourbe par des digues de déblais qu'on élève, contribue à rendre moins faciles et moins productives les exploitations futures après la reproduction. Ces barrages continuels occasionnent d'ailleurs une perte de temps assez considérable pour les ouvriers.

3me *Principe*. Préparer toute exploitation en déterminant d'avance la direction du fossé d'écoulement. Donner à ce fossé une profondeur en rapport avec celle des couches exploitables et le diriger au travers de ces couches jusque vers la partie intérieure où doit toujours commencer l'exploitation. De cette manière, l'action désséchante du canal se reporte des deux côtés sur la surface qui doit être soumise à l'exploitation; et cette même surface sert à l'empilage de la matière, au passage des ouvriers, des chars et des che-

vaux. La croissance n'est ainsi arrêtée que sur la partie même qui doit être extraite et qui supporte tous les dommages, et les propriétés voisines n'ont pas à en souffrir.

4me *Principe*. Faciliter dans les fosses l'établissement des végétaux les plus utiles à la reproduction de la tourbe, en y ménageant une quantité d'eau proportionnée à leur rapide croissance. Sans répéter ce qui a été dit précédemment, j'ajouterai ici les considérations suivantes. Les plantes tourbeuses ont besoin de lumière et de soleil pour croître rapidement; elles prospèrent donc le mieux dans les fosses creusées du nord au sud où les entailles perpendiculaires ne projettent pas une ombre continue. Les exploitations faites dans cette direction, qui pour le Jura du moins, est perpendiculaire à celle des vents régnants, ont d'ailleurs l'avantage d'arrêter plus facilement et en plus grande quantité les graines que les courants d'air entraînent, d'abriter contre leur violence les jeunes pousses de bouleau et de pin qui y croissent et de contribuer à la fonte plus accélérée des glaçons et des neiges. La direction des vallées jurassiques, au fond desquelles les marais tourbeux sont ordinairement situés, favorise particulièrement les exploitations dans ce sens.

5me *Principe*. Faire un plan d'exploitation, lorsque l'on s'est assuré, par des sondages répétés, de la qualité et de la profondeur de la tourbe. L'examen des localités est d'une grande importance, car il faut rendre aux ouvriers le travail facile, si l'on veut que l'extraction de la matière se fasse rapidement. Cela est surtout d'une grande importance dans les vallées froides du Jura, où l'on n'a que peu de temps à consacrer au desséchement de la tourbe. Il est de plus nécessaire que l'ouvrier ne choisisse pas à sa convenance ce qui lui convient de tailler. L'observation de toutes ces règles nécessiterait, j'en conviens, une inspection continuelle dont les gouvernements ne voudront peut-être pas se charger, et que les propriétaires subiront difficilement. Mais, d'un autre côté, je crois aussi que les difficultés s'applaniront peu-à-peu, par la raison que tout le monde y trouvera nécessairement son intérêt. Nous verrons plus bas jusqu'à quel point la prospérité d'un état peut dépendre de la conservation des marais tourbeux. On est souvent étonné de voir avec quelle incurie et quelle négligence les ouvriers chargés d'extraire la tourbe font leur ouvrage, sans s'inquiéter du profit du maître, tant seulement pour s'épargner un peu de peine et aller plus vite. Ces ouvriers, ordinairement payés par chars, bauges ou toises mesurés quand la tourbe est sèche et rentrée, ont plus d'intérêt à exploiter la mauvaise tourbe fibreuse que la tourbe plus compacte. Celle-ci est plus pesante, se dessèche plus difficilement et perd davantage de son volume en se séchant. Il arrive aussi que quand le coupeur rencontre des troncs d'arbre ou quelque couche trop dure qui l'oblige à ralentir son travail ou à prendre des précautions pour enlever sa taille ou son morceau, il attaque le banc dans une autre direction,

plus ou moins près de la surface, et abandonne ainsi la tourbe de meilleure qualité. C'est une perte réelle que ne subirait pas le propriétaire si les exploitations étaient tracées à l'avance et si la profondeur était fixée dans toute l'étendue du dépôt. D'un autre côté, les ouvriers sont souvent retardés par des travaux accessoires pour l'écoulement de l'eau, dont on serait dispensé du moment que les canaux seraient creusés d'avance suivant le plan des exploitations. De cette surveillance résulterait nécessairement un travail d'ensemble, des rapprochements entre les propriétaires, des associations là où l'intérêt de l'un se trouverait en conflit avec l'avantage de l'autre, de plus grands bénéfices dans les travaux, une justice égale pour tous et surtout la conservation des marais tourbeux.

L'exploitation des tourbières sous-aquatiques est bien moins compliquée quant aux principes à suivre pour la diriger. On ne peut guère établir à l'égard de ces dépôts que cette règle générale : profiter autant que possible de la matière qu'ils renferment, l'extraire jusqu'au fond ou aussi profondément qu'on peut l'atteindre. Si les tourbes sont immergées, comme c'est ordinairement le cas, les fosses creusées se rempliront d'eau et par le travail de la nature elles pourront à la longue se combler. Si par suite de l'abaissement des eaux qui les ont formées, elles se dessèchent, on devra alors tirer parti du sol sur lequel elles reposent pour des cultures.

Les marais sous-aquatiques recouverts d'une couche d'humus ou de limon ont une végétation naturelle, dont on profite pour de médiocres pâturages ; les labours et les engrais en obtiennent des produits assez abondants en fourrages. Avant donc de les attaquer pour y creuser des fosses dans lesquelles la tourbe se reproduit très-lentement, il sera toujours bon de calculer ce que valent les produits annuels, pour les comparer au capital obtenu par le combustible exploité. Il sera bon aussi que les autorités veillent à la salubrité en empêchant de trop vastes travaux, attendu que les eaux stagnantes qui se réunissent dans les fosses, peuvent développer des miasmes dangereux, s'il ne s'y établit pas une végétation très-active.

A ces généralités, ajoutons quelques détails techniques pour faire connaître la manière dont on extrait la tourbe dans le Jura et pour comparer nos méthodes avec celles d'autres peuples.

Dans les hauts marais, on n'emploie en général que deux ouvriers pour chaque taille ou exploitation partielle. L'un coupe la tourbe au moyen d'une pelle tranchante et la jette sur le bord de l'entaille au brouetteur qui va l'étendre pour la sécher. Dans les marais du lac de Neuchâtel, on se sert d'un *louchet* ou pelle à oreillettes, et par ce moyen toutes les briques de tourbe ont une dimension à-peu-près égale. Dans plusieurs localités de l'Allemagne, la surface nivelée est soigneusement divisée en carrés

égaux, comme les cases d'un damier, et deux ouvriers sont employés, l'un à couper la tourbe perpendiculairement, l'autre à la trancher horizontalement et à la jeter hors de la fosse. Il y a un grand avantage pour le desséchement et pour la facilité de l'empilage et la manipulation en général, à extraire des briques d'égale grosseur; mais on n'y fait nulle attention dans notre Jura, où rien n'est au contraire plus variable que les dimensions des tourbes. De-là vient qu'elles s'entassent si difficilement et ne peuvent se vendre qu'au char ou à la toise et non pas au mille, comme cela a lieu dans d'autres contrées. Comme ce sont les Hollandais qui, les premiers, ont fait usage de la tourbe qui est presque leur seul combustible, c'est d'eux aussi que nous empruntons les meilleures méthodes d'exploitation, surtout pour les marais sous-aquatiques, car quand la matière est émergée, il n'y a aucune difficulté à la tailler. Quand, dans un dépôt tourbeux, il n'est plus possible d'éloigner l'eau, ce qu'on fait ordinairement par des barrages, des sceaux ou des vis d'Archimède, on fait usage de la *drague*. C'est un simple anneau en fer à bords tranchants, dans l'épaisseur duquel sont percés des trous en nombre suffisant pour recevoir les cordes principales d'une espèce de filet ou de sac dont est formée la panse de la drague [1]. Au moyen de cet instrument attaché à un long manche, l'ouvrier placé sur le bord de la fosse ou sur un radeau, ramène du fond la matière coupée par les bords tranchants du cercle, et qui remplit le sac. Il verse cette tourbe dans un baquet où elle est pétrie par un autre ouvrier qui la débarrasse, à l'aide d'un fourchet, de tous les débris trop grossiers de végétaux, en même temps qu'il y ajoute l'eau nécessaire pour en faire une pâte qu'il piétine fortement et qu'il brasse avec un sabot. Quelques industriels français ajoutent à la matière, quand elle est dans cet état, de la chaux vive ou de la marne, prétendant ainsi augmenter la force calorifiante. Quand la pâte est bien formée, on la verse sur une aire de dimensions variables, formée par des planches qui en font une espèce d'auge. Le fond est formé par un lit de mauvais foin piétiné. L'eau de cette bouillie s'écoule ou s'infiltre dans le sol et s'évapore. Lorsqu'elle a pris une certaine consistance, on la tasse à coups de batte pour lui donner une épaisseur et une densité uniformes. Puis à mesure que la masse devient plus sèche, on y fait marcher des enfants portant au lieu de souliers des planchettes de six pouces de large et de treize à quatorze pouces de long, attachées comme des sandales. Quand ce piétinement a donné de la compacité à la masse, quand elle est bien nivelée et qu'elle peut supporter le poids de l'homme, réduite à une épaisseur de huit à neuf pouces, on trace sur la surface, avec de longues règles, des lignes qui la divisent en rectangles

[1] J'emprunte cette description à Pelouse, père : *Traité méthodique de la fabrication du Coke et du charbon de tourbe*, page 66.

égaux, et on la coupe, dans le sens du tracé, au moyen d'un louchet. Cette opération faite, on laisse les briques de tourbe sur place pour qu'elles prennent encore plus de consistance. Au bout de deux ou trois jours, les ouvriers enlèvent toutes les briques des rangs impairs et les posent en travers sur celles des rangs pairs, restées debout. Après quelques jours, on les déplace en sens inverse, et par cette suite d'opérations, la dessication s'achève naturellement en peu de temps.

Nos tourbes lacustres sont généralement trop fibreuses pour pouvoir subir une telle manipulation. Mais cette méthode pourrait être employée avec avantage, en partie du moins, pour utiliser dans les hauts marais les menus copeaux de tourbe que les ouvriers entassent au fond des fosses. Il suffirait pour cela de les jeter à la surface, de les faire pétrir en bouillie, puis, lorsque l'eau se serait écoulée, de les battre, et de les couper ensuite quand la masse aurait pris un peu de consistance. On n'aurait pas même besoin de construire des réservoirs; les mousses qui couvrent le sol pourraient remplacer le foin; le barrage n'est pas nécessaire. De nos jours, la tourbe est encore trop peu recherchée comme combustible, pour qu'on se donne la peine de ce travail; mais son importance, j'en ai la conviction, ne tardera pas à se faire sentir.

Quand la tourbe immergée est dure et fibreuse, on l'extrait en France au moyen de grandes boîtes à bords tranchants qu'on fait pénétrer dans la matière ou par leur propre poids comme des moutons de pilotage, ou par des roues à engrenages qui font mouvoir une poutre au bout de laquelle est attaché le couteau. Je trouve une de ces machines décrite par Bellery; d'autres sont proposées dans le *Dictionnaire des découvertes;* mais elles ne peuvent être d'aucune utilité dans des tourbières renfermant une grande quantité de troncs d'arbres, comme le sont celles des hauts marais. On pourrait s'en servir dans les dépôts lacustres.

La tourbe une fois extraite, il faut la dessécher, et cette opération exige beaucoup de soin, car elle a une grande influence sur la qualité du combustible. Dans les exploitations ordinaires, telles qu'elles se font dans le Jura, les briques de tourbe jetées sur le bord de l'entaille sont chargées par les brouetteurs qui les déposent à plat sur le lieu de l'étente, où elles restent deux ou trois jours. Comme ces briques sont très-molles, il est nécessaire de les saisir avec précaution pour ne pas les briser. Il ne faut pas non plus en charger un trop grand nombre sur les brouettes, dans la crainte de les écraser. Ce travail est d'ailleurs facile et peut être confié à des enfants. Dès que les tourbes ont pris un peu de consistance, on les redresse en les appuyant deux-à-deux par le haut en forme de Λ renversé, et quelques jours après on les retourne, c'est-à-dire qu'on appuie sur le sol le bord qui était tourné en haut. Ces premières manipulations durent plus ou moins long-temps, suivant que le temps est plus on moins favorable. On comprend com-

ment toutes les briques se trouvant alors exposées aux vicissitudes atmosphériques, la qualité du combustible dépend beaucoup de la température qui accompagne ces opérations. Si les tourbes encore humides sont arrosées par de fortes ondées ou exposées aux gelées, elles perdent les parcelles charbonneuses et ne gardent que les filaments ligneux. Le combustible, ainsi détérioré, se consume rapidement, mais sans donner beaucoup de chaleur.

Il y aurait moins de risque, aussitôt que les briques de tourbe peuvent se soutenir sans se briser, à les dresser en murs comme on le fait généralement en Allemagne. Cette méthode est à-peu-près la même que celle que nous venons de décrire pour le desséchement des tourbes draguées et battues. On laisse sur le sol, en les alignant, les tourbes à une distance assez grande pour qu'un second rang supérieur s'appuie sur les bords des morceaux du fond et couvre les jours laissés entre eux. Si la matière est déjà un peu solide, on place quatre ou six rangées l'une sur l'autre. Mais il faut toujours au bout d'un certain temps renverser l'opération, c'est-à-dire, reconstruire les murs pour amener au sommet les briques qui touchaient le sol. De cette manière, si les pluies arrivent, elles ne gâtent que les tourbes du haut.

Quand les briques de tourbe sont bien couennées, c'est-à-dire, quand la surface est assez durcie pour supporter un poids assez fort, on les entasse en lanternes. Pour cela, on pose d'abord circulairement un certain nombre de tourbes (dans le Jura ce nombre va de 40 à 60), en laissant entre chacune d'elles, comme on le fait pour les murs que nous avons décrits, un espace un peu moindre que la largeur du morceau. Sur ce premier rang, en changeant l'ordre de superposition et en recouvrant les vides, on en élève un autre que l'on fait rentrer un peu vers le centre. En continuant ainsi, on finit par élever une pyramide à jour, que l'on termine par une seule brique. Pour donner à l'édifice plus de solidité, on le remplit souvent des tourbes les plus sèches posées sans ordre, mais de manière que l'air puisse cependant encore les pénétrer. L'instruction publiée par l'Agence des mines de France porte que les petites lanternes de sept tourbes de base sont préférables, parce qu'elles se soutiennent mieux et que les morceaux inférieurs y sont moins sujets à être brisés. Cela est juste, si les tourbes ne sont point assez desséchées pour supporter un poids plus fort, mais d'un autre côté le travail est moins long, plus facile quand on construit de grandes lanternes, et il y a moins de briques en contact avec le sol, ce qui est d'un grand avantage. Il vaut donc mieux, avant d'entreprendre cette opération qui doit achever le desséchement de la tourbe, attendre quelques jours de plus, jusqu'à ce que la matière ait pris un peu plus de consistance.

En général, le desséchement de la matière tourbeuse et les opérations qui peuvent

le hâter ou le compléter méritent une grande attention, dans notre pays surtout. Dans nos vallées élevées, où la température est humide et froide, on obtient rarement en une seule année une siccité assez grande pour que le combustible acquière seulement la moitié de sa valeur. Aussi est-il très-profitable pour le consommateur d'acheter sa tourbe une année d'avance pour la laisser en magasin, quand il ne peut l'obtenir de marchands qui la gardent sous les hangards pendant l'hiver, avant de la livrer à la vente. On s'en convaincra facilement par les observations suivantes : le 20 de février 1842, je pris dans mon bûcher deux briques de tourbe de densité différente, exploitée en juin 1841. Je les notai par N° 1 et N° 2. Je coupai de chacune deux morceaux de trois pouces de longueur sur deux pouces de largeur et un d'épaisseur. Je les pesai très-exactement : le N° 1 pesait 48 deniers 14 grains, soit 27 livres 5 onces 6 deniers le pied cube; le N° 2, le moins dense, 22 deniers 9 grains, soit 12 livres 9 onces 10 deniers le pied cube. Je laissai ces deux échantillons pendant trois mois seulement, exposés à l'air dans le magasin même de la tourbe, et au bout de ce temps, le N° 1 ne pesait plus que 27 deniers 5 grains, soit 15 livres 4 onces 22 deniers le pied cube; le N° 2, 16 deniers 20 grains, soit 9 livres 7 onces 12 deniers le pied cube. Le premier avait donc perdu 33 p% de son poids; le second 25 p%. Je n'avais cependant pas choisi dans le tas de tourbe les briques les plus humides, j'avais pris à-peu-près un terme moyen, et l'on voit quelle quantité d'eau la matière contenait encore.

S'étonnera-t-on dès-lors que plusieurs de ceux qui brûlent de la tourbe ainsi desséchée, s'en dégoûtent et prétendent qu'on ne peut en obtenir un combustible même médiocre. Cette matière humide soumise à la combustion ne peut s'enflammer sans être mêlée avec beaucoup de bois. Elle commence par dégager une énorme masse de vapeur, qui, pour se développer, absorbe le calorique en proportion au moins égale à la quantité d'eau qu'elle contient. Une fumée noire, épaisse et puante s'échappe des lieux où on consume la tourbe, obstrue les canaux de cheminée et remplit souvent les appartements (1). Et si la matière s'enflamme, ce qu'on n'obtient pas toujours, la flamme dure très-peu et ne persiste jamais sans le mélange du bois. J'ai fait moi-même l'expérience suivante: de deux fragments de même grosseur que j'avais taillés dans des briques encore humides, j'en mis un dans un brasier; la tourbe sèche s'enflamma spontanément, tandis que l'autre se carbonisa sans flamme, en dégageant seulement des vapeurs et de la fumée.

Un fait curieux et qui mérite de fixer l'attention des chimistes, c'est la petite quantité de cendres que ces tourbes humides laissent après leur complète combustion (1,13

(1) La fumée de la tourbe bien sèche a très-peu d'odeur. On prétend que les salaisons de Hambourg doivent leur renom et leur qualité à la fumée de tourbe à laquelle on les expose pour les dessécher.

pour cent et 1,26 pour cent, tandis que les briques analogues desséchées ont donné 4% de cendres). Ceci tendrait à prouver que l'évaporation rapide et la fumée ou que le long séjour de l'humidité dans la matière lui enlèvent une partie de ses éléments constituants surtout les parties minérales.

Il importe donc que ceux qui exploitent la tourbe dans les montagnes, construisent des magasins assez grands pour l'y laisser séjourner au moins une année; car les particuliers, les pauvres surtout, ceux-là même qui ont besoin d'un bon combustible, n'ont ni la place ni les moyens de faire des provisions. Ce serait même, je le crois, une spéculation profitable, que de construire de vastes hangards dans les localités où l'on brûle beaucoup de tourbe, dans les villages populeux et industriels de notre Jura. Là on pourrait la détailler très-sèche et pendant tout l'hiver, suivant les besoins.

S'il faut en croire Sprengel et plusieurs auteurs Hollandais dignes de foi, le desséchement incomplet peut produire des accidents très-graves. Sprengel, qui certes a fait sur les dépôts tourbeux de très-profondes recherches, assure en effet que si la tourbe humide est entassée dans des lieux où l'air n'a pas accès, elle peut entrer en fermentation et s'enflammer spontanément. Il ne m'a jamais été possible de constater ce fait par des expériences directes; cependant j'ai vu plusieurs incendies où le feu s'est déclaré dans des provisions de tourbe nouvellement serrée, sans que l'on ait pu savoir comment la tourbe s'était enflammée. Les autorités locales devraient veiller avec soin à ce que de semblables accidents ne puissent avoir lieu, et pour cela empêcher l'entassement dans des galetas ou bûchers tout-à-fait fermés. Elles devraient aussi favoriser l'établissement de grands magasins communs, où la tourbe ne serait amenée que bien sèche.

Ce mode d'emmagasinage serait d'ailleurs d'une grande économie pour les propriétaires, car il arrive souvent que la tourbe exploitée ne se vend pas toute en automne. Elle reste alors forcément abandonnée sur les marais et ainsi exposée aux gelées, aux intempéries de l'hiver; c'est une matière perdue, et au printemps suivant elle n'a plus aucune valeur. On commence, il est vrai, dans quelques localités du Jura à empiler la tourbe en automne. Mais cette opération se fait encore avec si peu de soin et de méthode, que toujours les tas sont pénétrés par l'humidité, et que les briques ainsi ramollies sont gâtées et brisées quand on ouvre les piles au printemps.

L'empilage bien dirigé peut être très-utile pour les propriétaires qui n'ont pas de hangards. Je rapporte donc en détail la méthode usitée en Allemagne pour cette opération. J'emprunte ces détails aux instructions publiées par l'*Agence des mines de France*.

» Lorsque les tourbes ont acquis à-peu-près le degré de sécheresse nécessaire, on les réunit en masses plus considérables appelées piles.

» L'empilage étant la dernière main-d'œuvre, celle qui décide irrévocablement de la

qualité de la tourbe, est aussi celle qui exige le plus de connaissances et d'attention. Si on empile trop tôt, la tourbe encore mouillée s'échauffe dans la pile, ne sèche jamais à fond et l'on est contraint de la désempiler au printemps et de l'étendre de nouveau sur le pré pour la sécher, ce qui occasionne des frais et un déchet considérables. Si l'on empile trop tard, la tourbe a déjà essuyé une perte immense; elle se brise, se grésille et une grande partie se réduit en boue, en grumeaux et en poussière (1). Il faut donc connaître l'instant et le choisir, et chaque espèce de tourbe a le sien particulier relatif à sa nature. »

Tout ce qu'on peut établir de général à cet égard, c'est qu'il vaut mieux empiler la tourbe un peu trop tôt, ou, en terme de tourbier, un peu *verte*, que de l'empiler trop tard; il ne peut résulter de cette méthode qu'une petite diminution dans les proportions de la pile; la tourbe parviendra d'ailleurs à une sécheresse complète et séchée ainsi lentement, elle deviendra compacte; elle sera dure comme la corne, on ne la rompra qu'avec effort. Cette observation porte principalement sur les tourbes qui sont sujettes à se grésiller, sur les tourbes franches; car pour celles qui sont entrelacées de beaucoup de roseaux ou de fibres, elles soutiennent les alternatives de sécheresse et d'humidité sans se désunir, et leur empilage demande moins de précautions; on ne risque rien de les laisser sécher à fond avant de les empiler.

« La pile est pour la tourbe une mesure commerciale, comme la corde pour le bois. A l'égard des dimensions de cette mesure, il est à regretter qu'elles ne soient pas encore fixées généralement. La pile de Paris contient cinq cent-deux pieds cubes; elle se divise en quatre coudées et donne quatre-vingt-dix voies, chacune de cinq pieds deux-tiers. La pile, mesure du département de la Somme, est de trois cent vingt pieds cubes.

» La pile de Paris a dix-sept pieds de longueur à la base et quinze à son entablement, neuf pieds de largeur de base sur sept d'entablement, quatre pieds de hauteur; on la termine par un comble de deux pieds de hauteur perpendiculaire (2).

» Il faut choisir, pour l'emplacement où l'on veut élever les piles, la partie la plus sèche au milieu des lanternes. On trace les dimensions au cordeau sur le terrain; on y apporte les tourbes. On commence à placer les bases des murailles sur une tourbe d'épaisseur; on charge le milieu de la pile à la main, à mesure qu'on continue d'élever le muraillement, lequel se fait en retraite de rang en rang, de sorte que quand on est élevé à la hauteur convenable, la pile forme une pyramide tronquée, à quatre faces. Aux

(1) Notre tourbe jurassique est en général trop fibreuse pour que l'inconvénient d'un empilage un peu tardif soit très-grave. On doit craindre bien plus d'empiler trop tôt.

(2) La nature de nos tourbes permet d'établir des piles d'une dimension beaucoup plus considérable.

quatre angles du muraillement, on a soin de lier et croiser les tourbes entre elles comme les maçons lorsqu'ils élèvent un mur de briques. La pile s'achève par un comble formé de tourbes placées sans ordre, terminé par un rang d'une seule tourbe [1]. On observe de mettre dans les combles les tourbes qui ont le plus besoin d'être encore séchées.

» Il n'y a pas d'inconvénient à faire les piles de forme plus allongée ou à en mettre plusieurs au bout les unes des autres; mais il n'en est pas de même de la largeur : il y aurait de l'inconvénient à l'augmenter parce que les tourbes y conserveraient trop d'humidité et parce que les ouvriers ne pourraient pas arranger aussi bien les piles plus larges. Il leur faudrait des échelles et d'autres moyens, d'où il résulterait beaucoup de tourbes brisées et de poussière.

» Sur la fin de la campagne, lorsqu'on a été forcé d'empiler des tourbes encore trop humides, on réduit les dimensions des piles. On fait ce que les tourbiers appellent des pilons de six pieds de largeur, vingt-deux pieds de longueur, trois pieds de hauteur, dix-huit pouces de combles.

» Quand les piles de tourbe doivent rester sur le pré pendant quelque temps, et surtout lorsqu'elles ont à y passer l'hiver, ou même seulement une partie de l'automne, il faut les couvrir si on ne veut pas perdre le fruit de ses travaux. La pluie ou les brouillards déposent de l'humidité dans les piles; elles se tourmentent et finissent par s'écrouler. Les tourbes se délitent, se brisent, s'affaissent et on n'a plus que des fragments ou un monceau de poussière. L'effet des gelées surtout est ruineux pour ceux qui y laissent les tourbes exposées; il faut donc les couvrir pour éviter ces pertes.

» On emploie de grands roseaux pour couvrir les muraillements tout autour, et de la litière ou du chaume pour le comble qu'on recharge, en outre, de gazons placés de distance en distance, afin de l'assurer contre les vents. Cette opération est dispendieuse. Mais c'est une fausse économie que de vouloir ménager la litière sur les piles, quand on en fait la couverture, parce que l'eau pénètre et on perd alors les frais de couverture et la tourbe. Il faut faire attention à ce que les piles soient placées à l'abri des inondations et même à ce que leur pied ne soit pas humide.

» Lorsqu'on veut enlever les tourbes, on commence par découvrir les piles, ce qui doit se faire avec précaution. On ne doit entamer des piles que celles qu'on enlèvera en totalité, et si on s'aperçoit que quelques parties des piles aient reçu de l'humidité, il convient de remettre ces tourbes en lanternes ou reules; autrement elles se pulvériseraient dans le transport. »

[1] Ceci n'est point conforme à la méthode allemande de beaucoup préférable, car le comble se forme au contraire de briques de tourbe entassées avec grand soin, de sorte que les supérieures se recouvrent comme les tuiles d'un toit et ont ainsi l'effet de gouttières pour empêcher l'eau de pénétrer dans l'intérieur.

Pour remédier aux inconvénients d'une dessication incomplète et en même temps pour diminuer le volume de la matière et augmenter sa force calorifiante, on a proposé et essayé l'emploi de plusieurs espèces de machines à compression, machines hydrauliques, presses à vis ou balanciers. Mais le but n'a été qu'incomplètement rempli. Il est impossible en effet d'obtenir une pression assez forte pour enlever toute humidité jusqu'au centre des briques; et une fois que la croûte a été fortement comprimée et durcie tout autour, cette humidité se perd difficilement. Il est bien certain d'ailleurs que plusieurs éléments chimiques contenus dans l'eau des marais tourbeux passent à l'état solide par la lente évaporation du liquide et profitent ainsi à la qualité de la tourbe. La pression enlevant l'eau, entraîne en même temps les éléments qu'elle tient en dissolution. On a donc assez généralement abandonné ce moyen, et l'on en est revenu au mode de desséchement le plus simple, qui paraît encore le meilleur, malgré ses inconvénients.

Ceux qui ont le moyen de construire de vastes bâtiments où la tourbe peut être manipulée et desséchée à l'ombre, comme on le fait pour les briques et les tuiles avant de les cuire, y trouvent un grand avantage pour la qualité de la matière. Mais nulle part encore dans le Jura, on n'a fait les frais de semblables établissements. Moins encore voudrait-on élever des séchoirs à fourneaux comme celui de Kœnigsbrunn, dont j'emprunte encore la description aux *Annales des mines de France*.

« Ce fourneau, constamment maintenu à une température de quelques degrés supérieure à celle de l'eau bouillante, consiste en une vaste chambre dans laquelle les tourbes sont exposées. On y pénètre par une porte. Le sol de cette chambre est formé par une plaque en fonte échauffée en dessous par un foyer pratiqué à cet effet.

» Le mur qui forme le fond de la chambre de dessication est percé d'un grand nombre d'ouvertures qui le mettent entièrement à jour. Les ouvertures ne commencent qu'à deux pieds environ du sol; elles ont été pratiquées dans le mur au moyen de l'écartement des briques d'une quantité égale à la longueur que l'on voulait donner aux ouvertures.

» L'air chauffé qui provient du foyer inférieur, après avoir léché le dessous de la plaque de fonte, passe dans un tuyau recourbé placé très-près du mur percé à jour. Ce tuyau après s'être recourbé en syphon dans le haut traverse le mur et se dégage à l'extérieur.

» La chambre de dessication a douze pieds de haut, huit de large et neuf de profondeur. Les pains de tourbe préalablement desséchés à l'air ne sont pas placés immédiatement sur la plaque de fonte, parce que la température qu'acquiert cette plaque est trop considérable et pourrait occasionner l'inflammation des tourbes. On place d'abord sur la fonte des bancs ou tréteaux en bois à un pied de hauteur environ; sur ceux-ci on étend des planches et par dessus les planches on jette la tourbe pêle-mêle. De distance

en distance on interpose dans la tourbe des canaux en bois formés par des lattes qui laissent entre elles des intervalles et qui, augmentant les vides de la masse, servent à conduire l'air échauffé à travers toutes ses parties.

» La dessication s'opère au moyen d'un courant d'air déterminé par des ouvreaux placés dans les parois de la chambre. L'air froid entre par des ouvertures placées tout-à-fait au bas de la chambre contre la plaque de fonte qui en forme la sole. Cet air pénètre ainsi dans les parties les plus chaudes de la chambre, s'y échauffe, traverse toute la masse de la tourbe et après s'être saturé d'humidité, il passe par les ouvertures de la paroi à jour opposée. L'espace, qui est toujours maintenu à une haute température par le tuyau, contribue beaucoup à accélérer le tirage. L'air humide traverse ensuite la paroi par des ouvreaux pratiqués tout en haut et se dégage dans l'atmosphère. »

Par cette opération les briques de tourbe acquièrent beaucoup de compacité, mais elles diminuent en volume de plus de 40 p%. Le seul inconvénient qu'il y ait à redouter, c'est qu'exposées pendant quelque temps à un air humide, elles s'en saturent de nouveau presque complètement.

Il y aurait certainement un avantage pour nos marais du Jura à voir adopter dans les exploitations quelques-unes des pratiques que nous avons rapportées. Mais avant d'en venir à faire des constructions coûteuses, à changer la forme des outils et les manipulations habituées, il faudrait d'abord, comme nous l'avons dit, prévenir les dommages résultant des exploitations mal dirigées et de la négligence des ouvriers. Car, en n'envisageant que la matière elle-même, on peut assurer qu'il se perd dans le Jura $^1/_{10}$ au moins de la tourbe qui y est exploitée, et cela par suite de la paresse des ouvriers, qui abandonnent inutilement les couches qui leur présentent la moindre difficulté, par la manière dont ils mettent en copeaux menus la tourbe, qu'on est forcé d'entasser au fond des exploitations parce qu'on ne sait en tirer parti, ni la dessécher; par les débris dans l'empilage, et surtout par ce qu'on abandonne en automne sur les marais. Sur nos seules tourbières du canton de Neuchâtel, la perte dépasse 120,000 pieds cubes; or si l'exploitation de la tourbe est évaluée à 30,000 toises de 120 pieds cubes pour notre petit pays, et si l'on sait que la valeur de la matière desséchée sur le marais est évaluée à six francs la toise, on trouvera qu'on perd ainsi annuellement une somme de 15,000 à 18,000 francs. Ce dommage est naturellement doublé si l'on considère le prix de vente sur les marchés.

En songeant à d'aussi tristes résultats, pourrait-on nier la nécessité d'une organisation meilleure et plus économique dans l'exploitation de nos tourbières?

CHAPITRE II.

VALEUR DE LA TOURBE.

La qualité de la tourbe est loin d'être partout la même. L'âge des dépôts, les alternatives végétales qui forment les stratifications déjà décrites et une foule d'accidents influent sur la composition de la matière et en changent la valeur; de telle sorte que parfois dans un même dépôt et par des transitions presque subites, on rencontre des couches très-voisines qui semblent appartenir à des époques très-éloignées. Il importe d'étudier ces différences si l'on veut exploiter méthodiquement, car, suivant les usages auxquels on destine le combustible, il faut autant que possible faire un choix et éviter le mélange des tourbes de plusieurs densités. Ce mélange a de grands inconvénients et ne peut pas toujours être admis; c'est le cas, par exemple, pour la carbonisation.

Pour juger de la qualité des couches inférieures des tourbières, les ouvriers emploient une espèce de cuiller terminée par une vrille et portant un manche de dix-huit à vingt pieds de longueur. Quand on veut se servir de l'instrument, on l'enfonce à la profondeur voulue, après avoir préalablement enlevé la découverte; puis on le retire, et par ce qui reste de matière attachée à la cuiller, on peut en reconnaître la qualité. Mais cet instrument a le grand inconvénient de ramener des débris de toutes les couches traversées, un mélange dont on ne peut bien exactement apprécier la valeur. Appelé, par mes recherches géographiques sur les tourbières du Jura, à faire de nombreux sondages, j'ai fait construire un perçoir simple, peu coûteux et de facile transport, dont l'usage devrait être admis par les propriétaires jaloux de connaître exactement la valeur de leurs tourbières. C'est une espèce de gouge ou demi-cylindre creux à bords tranchants, de huit pouces de longueur sur deux de diamètre dans le haut, un et demi vers le bas et terminé par une pointe qui lui permet de s'enfoncer plus facilement. Cette première gouge est solidement fixée à un manche en bois de quinze pieds de longueur sur lequel sont marquées des divisions pied par pied pour faciliter les mesures. Un second demi-cylindre creux, tout-à-fait semblable à l'autre, lui est superposé ou appliqué. Mais au lieu d'être fixé au manche de l'instrument, il est attaché par un poignet mobile à la partie supérieure de la première gouge sur laquelle il peut ainsi tourner. Il en résulte que lorsque le perçoir est enfoncé dans le sol, en faisant faire au manche un demi-tour,

la gouge inférieure se referme sur la supérieure que la pression de la matière rend immobile, coupe la tourbe, enveloppe la partie détachée et la ramène sans qu'elle puisse se mélanger par le passage au travers des couches superposées. L'instrument a alors la forme d'un cylindre creux dont l'intérieur est rempli de tourbe; et comme sa grosseur diminue vers le bas pour se terminer par une pointe, il représente un cône très-allongé. On peut l'enfoncer dans la tourbe, après l'avoir fermé jusqu'à la profondeur à-peu-près d'où l'on veut retirer un échantillon. Alors, par un demi-tour à droite, on l'ouvre, on l'enfonce encore de la longueur de la gouge seulement, puis on le referme et l'on retire ainsi sans mélange un morceau de tourbe qui peut faire exactement juger de la qualité de la matière dans les couches intérieures. On peut encore enfermer dans le cylindre un thermomètre pour les observations de température dans l'intérieur des tourbières.

Ce n'est point toutefois par la densité de la matière et par la couleur seulement qu'on peut juger de la valeur du combustible, puisque les parties étrangères qui y sont mélangées, les terres, le sable, la marne, etc., modifient la qualité de la tourbe sans qu'il soit possible de les reconnaître à l'œil. En général, cependant, quand la matière est dense, quand elle est d'une couleur foncée et qu'on ne distingue dans la masse que peu de parties végétales non décomposées; quand après avoir été desséchée, elle est dure et se brise difficilement, on peut admettre qu'elle est d'une bonne qualité. Dans cet état, elle s'enflamme d'ordinaire difficilement, mais elle conserve sa chaleur et son charbon pendant très-longtemps. Une expérience très-facile à faire, pour reconnaître la qualité de la tourbe, c'est d'en enflammer plusieurs morceaux de même grosseur mais d'espèce différente. En comparant la durée de la combustion, celle de l'incandescence du charbon et la quantité de cendres qui restent après la complète combustion, on saura quelle espèce a le plus de valeur pour les usages divers auxquels on la destine. La tourbe légère et qui laisse peu de cendres est préférable dans tous les cas où l'on a besoin d'un feu vif et d'une flamme active, pour cuire la chaux et les briques, par exemple, pour carboniser la tourbe dans des chaudières ou des alambics, etc. La tourbe dense est employée avec avantage dans tous les cas où l'on a besoin d'une chaleur égale et prolongée.

Dans les hauts marais du Jura, on rencontre en général plus fréquemment la tourbe légère que la tourbe dense. Les marais des montagnes sont de formation récente; ils se sont élevés rapidement. Il en est fort peu qui soient recouverts d'humus, et les couches mêmes les plus profondes sont parfois si peu avancées en maturité que toutes les formes des végétaux sont reconnaissables, et que desséchée, la matière n'est qu'un mauvais combustible. Comme l'air est l'agent essentiel de la décomposition des végétaux, on peut aider son action en éloignant l'eau des tourbes encore trop jeunes. C'est ainsi que dans

quelques parties de nos vallées on a l'habitude d'isoler par des fossés profonds la partie qu'on veut exploiter, pour la laisser ainsi sur pied, pendant une ou plusieurs années, exposée au contact de l'air. Il en résulte une espèce de maturité hâtée favorable à la qualité de la tourbe. Cette précaution cependant n'est nécessaire que dans quelques localités, car en général la tourbe de nos dépôts jurassiques développe beaucoup de calorique, alors même qu'elle s'enflamme facilement et brûle assez rapidement. Les tourbes de nos marais lacustres, qui sont beaucoup plus denses et mêlées de parties sablonneuses, s'enflamment au contraire difficilement; mais si elles sont bien desséchées et surtout si on les mêle aux tourbes légères des hauts marais pour en activer la combustion, elles sont un excellent combustible.

Leur décomposition n'est cependant point assez avancée pour qu'on puisse les exploiter au moyen de la *drague*, comme on le fait dans quelques marais immergés de la France et de la Hollande. Aussi ne connaissons-nous pas la *tourbe battue* (Baggertorf); nous n'avons pas non plus la *tourbe piciforme* (Pechtorf), matière noire très-voisine des lignites, et qui, desséchée, se brise en cassure luisante et se consume comme du bitume. Cette dernière espèce est d'ailleurs fort rare; elle n'a été observée que dans quelques contrées et toujours en couches très-minces.

Plusieurs auteurs se sont occupés à rechercher par des expériences comparatives la quantité de calorique développée par les diverses espèces de combustibles. D'après ce que nous venons de dire, on comprend que les résultats énoncés doivent être très-variables pour les tourbes, suivant les localités où la matière a été soumise à l'examen, et qu'il est difficile d'établir par des chiffres une comparaison exacte entre la tourbe et les autres matières combustibles.

Jacobson (1) compte cent quinze pieds cubes de tourbe pour une toise de cent huit pieds cubes de bois de sapin.

Ciselen (2) trouve d'après ses propres essais le rapport suivant : dix-huit quintaux de la tourbe la plus légère valent pour cuire la chaux autant que vingt-un quintaux de bois de sapin. Et en calculant par pieds cubes : 108 pieds cubes de bois de sapin = 56 pieds cubes de la meilleure tourbe, ou = 76 pieds cubes seconde qualité, ou = 108 pieds cubes troisième qualité, ou = 180 pieds cubes quatrième qualité.

Pelouse père donne le tableau suivant des divers combustibles comparés entr'eux sous le point de vue de la puissance calorifiante, évaluée d'après la quantité d'eau qu'ils peuvent porter à l'ébullition et il trouve (3) :

(1) *Technologisches Wörterbuch*, 7e vol., p. 179.

(2) *Handbuch*.

(3) On peut consulter avec fruit les deux traités de cet auteur : *Traité de l'éclairage au gaz et Traité de la fabrication du coke et du charbon de tourbe*.

Matières employées :	*Eau portée de 0° à 100° :*
1 kilogramme bois sec	56 kilogrammes.
» bois tenant $^{25}/_{100}$ d'eau.	37 »
» charbon de bois.	75 »
» houille grasse moyenne	60 »
» coke tenant $^{25}/_{100}$ de cendres	66 »
» tourbe limonneuse en nature	25 à 30 kilogrammes.
» charbon de tourbe tenant $^{20}/_{100}$ de cendres	63 kilogrammes.

Le tableau suivant rapproche les opinions de plusieurs auteurs sur la valeur de la tourbe comparée au bois et montre combien sont différents les résultats obtenus par les expériences :

Faggot :	8	parties de hêtre	= 11	de sapin	= 9	de tourbe.	
Wilderhein :	8	»	»	= 8	»	= 12	»
Ciselen :	—	»	»	= 7	»	= 6	»
Gmelin :	$2^1/_4$	»	»			= $3^1/_8$	»
Clement :	$2^1/_5$	»	»			= $3^1/_6$	»

En thèse générale, on peut soutenir qu'une toise de bonne tourbe produit autant de calorique qu'une égale mesure de bois de sapin. C'est du moins ce qu'on peut conclure de plus positif en résumant toutes les opinions. Malheureusement je ne puis donner moi-même des conclusions basées sur mes propres expériences, n'étant pas encore à même de faire construire un fourneau assez exact pour reconnaître et comparer la valeur de nos diverses espèces de tourbe et celle des autres combustibles. Par le moyen que j'ai indiqué plus haut, j'ai seulement cherché à mettre en rapport toutes les qualités de tourbes des montagnes du Jura. J'ai choisi pour cela des échantillons de densité et de couleur différentes, et j'ai pris sept espèces ou nuances de tourbe des hauts marais pour observer la durée de la combustion par la flamme, le temps de l'incandescence du charbon sous la cendre, la quantité de charbon et la quantité de cendres. J'ai obtenu le résultat suivant :

Tourbe n° 1. Noire, très-compacte, pâte entremêlée de racines, seules parties reconnaissables ; poids du pied cube : 31 lb. 5 onces.

Tourbe n° 2. Brune, à stratification lamellaire rapprochée, formée de sphaignes, de laiches, d'airelles et de bruyères : 21 lb. 2 onces.

Tourbe n° 3. Plus foncée, à pâte homogène, formée de sphaignes, peu de racines ou de tiges de linaigrettes : 17 lb. 6 onces.

Tourbe n° 4. Plus claire, mélange peu compact de mousses, de linaigrettes et de laiches très-reconnaissables : 16 lb. 14 onces.

Tourbe n° 5. Couleur suie, formée presque exclusivement de sphaignes (sphagnum capillifolium Ehrh.) : 15 lb. 14 onces.

Tourbe n° 6. Roussâtre, filaments peu décomposés, à stratifications annuelles visibles : 13 lb. 14 onces.

Tourbe n° 7. Découverte ou bouxin, à filaments ligneux non-décomposés, formes extérieures très-nettes : 7 lb.

Tourbe n° 8. Du lac de Neuchâtel, très-dense, couleur suie, joncs et roseaux à peine reconnaissables. Tourbe immergée : 26 lb. 7 onces.

Tourbe n° 9. De la même localité, varie par l'âge, les formes végétales mieux conservées : 19 lb.

Ce tableau montre déjà des différences très-grandes dans la pesanteur ou la densité de la matière. Et si l'on admet l'opinion de quelques savants lignicoles, qu'à poids égaux tous les combustibles sont à-peu-près égaux, on sera convaincu de la nécessité des sondages ou du triage dans les exploitations. De chacune des espèces de tourbe précédentes, j'ai coupé deux morceaux de quatre pouces de longueur sur deux de largeur et un d'épaisseur, et en les exposant aux mêmes circonstances de combustion, j'ai trouvé :

Ignition ou temps que dure la flamme.	*Incandescence du charbon.*	*Combustion complète.*	*Charbon sur 100 parties.*	*Cendres sur 100 parties.*
N° 1. 23 min. 30 sec.	2 h^res 54 min.	3 h^res 18 min.	30,69	3,78
» 2. 15 » 25 »	1 » 50 »	2 » 5 »	25,13	3,70
» 3. 11 »	1 » 51 »	2 » 2 »	30.28	3,96
» 4. 13 »	1 » 26 »	1 » 39 »	26,76	3,23
» 5. 10 »	1 » 25 »	1 » 35 »	26,28	4,42
» 6. 12 »	1 » 10 »	1 » 22 »	27,32	2,64
» 7. 6 » 30 »	30 »	36 »	11,11	1,72
Tourbe du lac.				
» 8. 15 »	2 » 25 »	2 » 40 »	35,95	11,54
» 9. 7 »	1 » 50 »	1 » 57 »	41,69	16,03

Ce tableau prouve que dans les tourbes émergées, la combustion, la production du charbon et par conséquent le calorique développé sont en proportion assez exacte avec la densité de la matière : que les cendres au contraire sont, en quantité toujours égale.

sans rapport avec la valeur du combustible; que dans les tourbes du lac par contre, la durée de la flamme n'est point proportionnée à celle de l'incandescence du charbon; que la production des cendres et du charbon n'est point en rapport avec la densité de la tourbe, mais bien avec les matières étrangères qui y sont contenues, et comme le n° 2 a été extrait près de la surface et le n° 1 au fond du dépôt, on se convainc facilement par ce seul fait que c'est à la superposition des couches de sable et à l'infiltration des parcelles de cette matière dont les plus grossières sont arrêtées dans la partie supérieure du dépôt, qu'est dû le changement dans la nature du combustible. L'examen de la proportion des cendres produites ne laisse donc aucun doute à l'égard de l'action des éléments étrangers sur la minéralisation de la tourbe.

Ce tableau établit encore la supériorité des bonnes tourbes émergées sur celles du lac. Quand les parcelles limonneuses ne sont pas en trop grande quantité dans la matière, la qualité du combustible ne paraît pas perdre beaucoup de sa valeur; mais parfois elles y entrent pour une moitié et alors la tourbe ne peut presque plus se consumer. Il faudra donc dans la fabrication du charbon tenir compte de ces résultats et s'assurer par des expériences comparatives sur le charbon, quelle différence il peut y avoir, quant à sa valeur, entre celui des hauts marais qui ne contient que 3 à 4% de cendres et celui des tourbes lacustres qui en renferme de 12 à 16%.

On ne me permettra pas, sans doute, de tirer des conclusions plus étendues d'expériences ainsi faites et de baser un rapport du calorique développé sans avoir employé de pyromètre pour le mesurer exactement. Je crois cependant avoir reconnu en toute certitude, autant par les observations précédentes que par d'autres, basées sur des expériences faites plus en grand, qu'à poids égal notre tourbe jurassique vaut surtout pour le chauffage des appartements un peu plus que le bois de sapin dont le pied cube sec pèse, comme on le sait, trente livres, et qu'à l'égard des tourbes mélangées telles qu'elles se vendent sur nos marchés, on peut admettre que cent vingt pieds cubes de tourbe équivalent à cent pieds de bois de sapin. On voit donc qu'il y a une véritable économie dans l'emploi de la tourbe, puisque, dans le Jura neuchâtelois, cette matière se vend 12 francs de France la toise de 120 pieds cubes, tandis que le bois de sapin se paie 18 francs de France les 126 pieds cubes, suivant la mesure ordinaire. Ce serait donc 1 franc 75 c. que le bois de sapin coûterait plus que la tourbe pour une quantité de matière développant un calorique égal. Les cendres, il est vrai, pourraient compenser cette différence, mais d'un autre côté, la tourbe dégrade beaucoup moins les fourneaux et son emploi évite ainsi des réparations fréquentes et coûteuses.

Les détracteurs des marais tourbeux ont cherché à les faire envisager comme des propriétés inutiles lorsqu'ils ne sont pas exploités, comme des biens morts qui ne donnent

aucun intérêt. Les calculs, que je cherche toujours à faire dans le sens le moins avantageux à la matière tourbeuse, prouvent qu'il n'en est point comme on le dit.

Une pose de forêt donne par an, terme moyen, 2550 livres de bois de sapin, ou en 100 ans 255,000 livres. Sur neuf espèces de tourbes qui ont été pesées, la pesanteur moyenne est de 19 livres le pied cube desséché. En admettant que la croissance d'un marais ne soit que d'un pied par siècle, on aurait en 100 années 32,768 pieds cubes de tourbe. Retranchons de ce chiffre la moitié pour le desséchement, il restera 16,384 pieds cubes de tourbe sèche, ou 311,296 livres pour la production d'une *pose*, c'est-à-dire un excédant de 56,296 livres en faveur de la tourbe, excédant qui équivaut à 25 toises ou à une valeur de 300 francs. On pourrait ajouter à ce bénéfice les frais d'entretien et d'emménagement des bois, dont on n'a nul besoin pour la croissance naturelle d'une tourbière.

En répétant ce calcul par pieds carrés on trouve que l'avantage est encore bien plus grand pour la croissance de la tourbe que pour celle du bois. La société d'agriculture de France a publié en 1825 le rapport suivant sur le produit d'une forêt de sapin pendant 120 années.

Pour un hectare de terrain (notre pose égalant 28 5/10 acres) on a

1re coupe	après	30 ans,	375	pieds cubes	de bois,
2me	»	60 »	2812	»	»
3me	»	90 »	6750	»	»
4me et dernière		120 »	27000	»	»
			36937		

Ce qui donne en tout 36937 pieds cubes de bois, plus 230 voies de fagots. Cela fait pour notre pose 10,453 pieds cubes de bois et 64 voies de fagots. En 120 années, une pose de tourbière, dont la croissance est de un pied par siècle, donne 19,660 pieds cubes de tourbe sèche ou 9,207 pieds cubes de plus en matière qu'une pose de forêts. En déduisant 1,000 pieds pour les fagots, ce qui est certainement exagéré, il reste encore en faveur des tourbières un excédant de 8,207 pieds cubes, ou, en admettant pour la valeur la proportion de 100 pieds cubes de bois pour 120 de tourbe, un bénéfice de 90 toises de tourbe d'une valeur de 600 francs environ, matière prise sur place.

D'après ces calculs, on pourra se convaincre facilement que par une reproduction bien dirigée qui donnerait quatre à six pieds de tourbe par siècle, on obtiendrait des résultats bien plus avantageux que ceux que donnent la culture et l'emménagement des forêts.

On a encore reproché à la tourbe de ne pouvoir remplacer le bois pour un grand nombre d'usages. Il est vrai, et nous l'avons déjà dit, que la tourbe s'enflamme diffi-

cilement, qu'elle laisse échapper une fumée d'une odeur désagréable et parfois insupportable; qu'elle développe son calorique très-lentement. Cependant nous avons vu aussi qu'une fois allumée, le feu qu'elle donne dure plus longtemps, d'une manière plus égale et que le charbon se conserve aussi plus longtemps que celui du bois. Si la tourbe ne peut donc être employée pour fondre le fer et les métaux et pour tous les usages qui nécessitent une température très-élevée et une rapide combustion, elle est au contraire très-avantageusement employée pour le chauffage des appartements, pour les distilleries, les teintureries, les fabriques de sucre, d'huile, de garance, etc. On se sert de la tourbe ou seule ou en la mélangeant au bois pour cuire la chaux et les briques, pour chauffer même les chaudières des machines à vapeur, pour fondre le verre. On l'a encore employée à quelques élaborations du fer; au pudlage de la fonte. Chaque année augmente les besoins et la consommation de la tourbe dans une proportion énorme. Ainsi dans notre Jura, cette consommation, comme le prix de la matière, a doublé en vingt ans.

Il me paraîtrait fort intéressant et en même temps très-utile de faire pour chaque pays un exposé statistique exact des marais tourbeux, afin de comparer la quantité de combustible qu'ils renferment avec les besoins et les exploitations. On pourrait alors se régler là dessus pour la direction des travaux. J'ai essayé cette évaluation pour le canton de Neuchâtel seulement, et j'en donne ici un court extrait que me pardonneront sans doute ceux qui apprécient la valeur des dépôts tourbeux et qui désirent les voir conservés et sagement exploités. On y trouvera d'ailleurs sur la vente de la tourbe, sur les mesures et les travaux des ouvriers, quelques données qui ne seront pas inutiles.

En calculant par le cubage, la tourbe perd par le desséchement plus de la moitié de son volume; de sorte que les morceaux qui, lorsqu'on les extrait, ont 16 pouces de longueur sur 12 de largeur et trois d'épaisseur, que j'exprime par 16, 12, 3, ou 576 pouces cubes, n'ont plus, étant secs, que 10, 9, 3, ou 270 pouces cubes. Les petites tourbes extraites à 16, 5½, 3, ou 264 pouces cubes, n'ont plus desséchées que 10, 4, 3, ou 120 pouces cubes en moyenne. Je dis en moyenne, car le retrait est plus grand, on le comprend, sur les tourbes pâteuses que sur celles qui sont fibreuses et dans lesquelles le ligneux n'est point encore décomposé. En prenant aussi ici une moyenne approximative, il faut pour une *bauge* (1) ou un char de 120 pieds cubes de tourbe sèche mesurée quand elle est bien entassée, 480 briques de tourbe à 16, 12, 3, ou 1100 à 16, 5½, 3. Il résulte de là, qu'une pose de 32,768 pieds carrés donne, pour un pied de profondeur exploitée, 205 bauges de grandes tourbes ou 195 bauges de petites. On peut baser là-dessus ses calculs pour les différentes épaisseurs des couches.

(1) C'est la mesure la plus usitée dans le haut Jura.

La superficie des marais du canton de Neuchâtel peut être évaluée à 7741 poses [1]. La profondeur moyenne de tous les dépôts, reconnue par 306 sondages est de 9 ½ pieds. Si de cette profondeur on déduit la découverte qui est ordinairement de 1 ½ pied, on aura pour 8 pieds 1640 bauges de tourbe par pose, ou pour tous nos marais 12,695,240 bauges. C'est là, j'en conviens, une masse de combustible très-considérable. Et pourtant, en supposant que la tourbe n'eut été exploitée nulle part, que les marais fussent exploitables jusqu'au fond dans toutes les localités, on trouverait, en évaluant à 30,000 bauges la consommation annuelle du pays, que cette quantité de matière ne durerait que 423 années.

Malheureusement on ne peut songer à un avenir aussi éloigné, avant de voir la complète destruction de nos tourbières, si l'on ne prend aucune précaution pour en favoriser la reproduction.

Depuis un siècle environ qu'on a commencé à extraire la matière, on peut sans exagération évaluer à $\frac{1}{10}$ de la masse totale la partie exploitée ou détruite. On peut encore justement baser la profondeur des exploitations futures sur celles qui ont été faites jusqu'à présent, dont la moyenne, sur 139 sondages, donne 7 ½ pieds, soit 6 pieds en déduisant la découverte. Les marais du Landeron, ceux de Môtiers et du Locle, sont d'exploitation difficile comme tous ceux qui se sont élevés sur les eaux. Il est d'ailleurs permis d'en envisager l'exploitation comme dangereuse par l'impossibilité d'abaisser le niveau des eaux, par la difficulté de la reproduction et par l'influence délétère de ces flaques d'eau croupissante qu'une active végétation ne remplirait pas. Il faut enfin déduire des calculs la grande quantité de matière perdue par suite d'exploitations mal dirigées, par l'incurie des ouvriers et par leurs travaux pour faciliter l'extraction des troncs qui sont ordinairement mélangés à la tourbe. Celui qui aura pu suivre quelque temps les exploitations dans nos vallées ne s'étonnera pas qu'il se perde chaque année un dixième de la matière, car il faut ajouter aux dégats des ouvriers le dommage qui résulte des tourbes brisées par le desséchement, l'entassement, le transport, et toutes celles qu'on abandonne sur le marais pendant l'hiver. On pourra résumer d'après cela de la manière suivante les exploitations futures dans notre pays :

7741 poses exploitées à 6 pieds donnent	9,521,430	bauges.
$\frac{1}{10}$ déjà exploité, reste sur pied	8,569,287	»
$\frac{1}{10}$ matière perdue, reste	7,712,359	»
1020 poses à déduire pour le Landeron, le Locle et Môtiers, reste	6,457,759	»

[1] Autant du moins que j'ai pu les mesurer sans travail trigonométrique, en parcourant nos marais dans ous les sens et en m'appuyant sur l'excellente carte d'Ostervald.

de tourbe, c'est-à-dire pour 215 années en supposant la consommation à 30,000 bauges par an.

De cette manière l'époque de l'extinction se trouve déjà considérablement rapprochée; d'un autre côté, si l'évaluation des besoins annuels est déjà maintenant au-dessous de la réalité, elle sera dans quelques années certainement inférieure de moitié à la consommation réelle. Nos fabriques d'indienne consument annuellement environ 6000 bauges de tourbe. On commence dans la vallée des Ponts à carboniser la matière pour les besoins de notre immense fabrication d'horlogerie. On se sert de ce combustible pour cuire les briques dans plusieurs localités, pour des distilleries d'eau-de-vie de gentianne et de liqueurs, pour celles de l'extrait d'absinthe, etc., etc. Et si l'on sait que la tourbe est le seul combustible employé pour le chauffage dans toutes nos hautes vallées où l'hiver est si rude et si long; si l'on sait qu'on la brûle encore sur la plupart des foyers pour les besoins du ménage, on jugera si, comme je l'ai dit, l'exploitation actuelle ne s'éleve pas déjà plus haut que le chiffre qui a servi de base à mes calculs. Voici une seule preuve de la progression dans laquelle l'usage de ce combustible augmente dans notre pays. Il y a quatre ans on ne brûlait pas encore de tourbe au Val-de-Travers, où elle était presque inconnue et méprisée; cette année on en a vendu plus de mille bauges. Appuyé sur ces calculs, je ne crois pas être dans l'erreur en affirmant que dans 150 années, la tourbe sera dans notre Jura une matière très-rare, extrêmement chère, oui, même presque inconnue, si l'on ne parvient à en faciliter la reproduction.

Il est vrai! des hommes qui se croient très-sensés ont souvent fait à mes observations cette tranquillisante réponse: « Eh bien! quand nous n'aurons plus de tourbe, on brûlera du bois » (1). Mais quand les marais ne fourniront plus de combustible, nos forêts qui s'en vont chaque jour s'éclaircissant, tombant, disparaissant sous les coups de la hache pour laisser les crêtes de nos montagnes nues et dépouillées, ces forêts ne seront plus. Qui brûlera du bois alors? Vous, riches, qui avez de somptueuses et chaudes demeures, de moëlleux tapis, des lits sous le duvet de l'édredon, et qui savez à peine ce que vous coûtent vos provisions de combustible. Vous, qui ignorez les rigueurs de l'hiver dans la montagne et qui trouvez de lourdes pelisses et d'élégants manteaux dès que quelques flocons de neige blanchissent les toits ou qu'un peu de givre se dessine sur la vitre. Oui, vous brûlerez du bois! Mais le pauvre? Mais celui qui a sa hutte mal jointe dans la froide vallée où les neiges s'entassent pendant six mois de l'année, où parfois la tem-

(1) Je serai toujours heureux de rappeler avec reconnaissance les secours et les encouragements qui m'ont été donnés par l'autorité supérieure du canton de Neuchâtel. C'est à ces secours que je dois d'avoir pu continuer avec plus de suite des recherches si intéressantes pour moi.

pérature descend jusqu'à la congélation du mercure? Mais l'ouvrier qui s'assied chaque jour à son travail d'horloger qui le retient sans mouvement pendant douze à quinze heures; mais l'artisan qui gagne à peine de quoi donner du pain à sa famille; où prendront-ils le bois pour se chauffer? La tourbe est le combustible du pauvre. L'habitant des villes ignore combien de familles malheureuses sont réchauffées par quelques briques de tourbe oubliées sur le marais ou perdues sur les routes et que l'enfant ramasse. Il ne sait pas combien le froid est horrible pour ces malheureux qui s'entassent sur un peu de paille, sous une mauvaise couverture en lambeaux. Il faut donc leur ménager le peu que Dieu leur donne; il faut que celui qui a la prévoyance de l'intelligence et le pouvoir d'arrêter le mal, se mette à l'œuvre sinon pour lui-même, du moins pour ses frères dont la tâche est plus rude et qui profiteront de sa charité sans la connaitre.

CHAPITRE III.

CARBONISATION DE LA TOURBE.

On a été long-temps avant d'admettre l'emploi général du charbon de tourbe, avant de faire et de publier les essais comparatifs qui devaient fixer l'opinion sur la valeur de ce combustible. Comme il arrive toujours, la vérité finit par avoir raison; mais à mesure qu'on la reconnaît, l'enthousiasme remplace le mépris et l'on s'élance avec un peu trop d'ardeur dans une nouvelle voie de lucre et d'utilité, où cependant il n'y a pas toujours à gagner pour tout le monde.

De Lamberville qui, au commencement du 17e siècle, avait fait connaître à la France la propriété combustible de la tourbe, qui avait amené avec lui des ouvriers de la Hollande et du Danemarck pour exploiter cette matière et qui avait reconnu la plupart des dépôts tourbeux de France, essaya aussi de faire du charbon de tourbe et y réussit, puisqu'*il trouva les moyens de convertir certaines espèces de tourbe en charbon pour l'usage des forges, au lieu du charbon de pierre que les étrangers vendaient aux Français au prix que bon leur semblait* (1). Il y a fort long-temps déjà que l'on construit en Allemagne

(1) De Lamberville cité par Pelouse père.

des fourneaux pour la carbonisation de la tourbe. En 1781, Dietrich en a vu dans le Hartz ; cependant ce n'est guère que depuis le commencement de ce siècle que l'usage de ce charbon s'est répandu un peu généralement en France. Des essais de carbonisation ont été faits dans le Jura près de la Brévine, il y a plus de cinquante ans, par un chimiste dont le nom m'est inconnu. Bien qu'il eut réussi, cette industrie avait été presque totalement abandonnée en Suisse et dans le Jura, où elle vient de reparaître appuyée de tous les perfectionnements qu'on a fait subir aux appareils carbonisateurs.

C'est surtout pour les forges et la trempe du fer que le charbon de tourbe est employé avec avantage. Sprengel rapporte qu'un propriétaire de forges en Hanovre faisait lui-même son charbon de tourbe pour tremper des faux, et qu'il devait à l'emploi de cette matière la grande réputation dont jouissaient les produits de sa fabrique. Le charbon de tourbe brûle en général plus lentement et plus longtemps que celui de bois. Il paraît être très-profitable pour les petites forges de couteliers et de fourbisseurs, etc. On commence à l'employer dans notre Jura pour la fonte de l'or et de l'argent et pour la trempe des divers objets d'acier qui servent à la fabrication d'horlogerie. Les expériences comparatives faites à Paris et rapportées dans les *Annales des mines* ont prouvé : « qu'avec le charbon de tourbe on peut forger, tremper et même souder le fer et l'acier le plus fin ; que le feu du charbon de tourbe est plus uniforme que celui du charbon de bois ; qu'il chauffe plus également et qu'il a plus d'activité. Qu'il faut à-peu-près un tiers moins de ce charbon que de celui de bois, pour faire la même quantité d'ouvrage. Que ce charbon crasse moins et écaille moins le fer et l'acier ; qu'il brûle moins la main de l'ouvrier et qu'à la trempe, enfin, il découvre beaucoup moins que le charbon de bois. »

Les mêmes expériences poursuivies pour la fonte des métaux, ont donné des résultats à-peu-près égaux pour le charbon de tourbe et celui de bois, mais avec quelque avantage cependant pour l'économie dans l'emploi du premier. D'après leurs expériences, les commissaires examinateurs ont conclu qu'en se servant du charbon de tourbe, on obtient en général une continuité de chaleur plus longtemps prolongée et soutenue avec une moindre quantité de combustible, et que ce charbon sera plus propre que celui du bois aux usages où cette continuité de chaleur est nécessaire, tels que pour les machines à vapeur, la fonte du cuivre, les essais des métaux, etc.

Ces conclusions peuvent être vraies en général ; cependant il sera toujours bon de n'y ajouter qu'une confiance éclairée, autant qu'on pourra soi-même faire l'essai du charbon qu'on emploie ; car il arrive souvent que la qualité de la matière dont on se sert, change ou n'est pas connue. Le tableau que nous avons donné au chapitre précédent, prouve combien la quantité de charbon obtenu varie suivant les tourbes qu'on emploie pour le faire. La valeur en est aussi très-différente suivant la composition de

la matière première. Le meilleur charbon est celui qu'on obtient des tourbes compactes et résineuses (Klibberige Darg des Hollandais). Mais cette matière est très-rare, je ne l'ai observée nulle part dans le Jura ni en Suisse, si ce n'est peut-être dans des dépôts qui n'avaient pas plus de deux pouces d'épaisseur. Si les tourbes lacustres rendent beaucoup de charbon, la quantité de parties limoneuses qu'elles contiennent en altère un peu la qualité. Ces tourbes sont toutefois plus souvent propres à la carbonisation que celles des hauts marais, puisque, plus anciennes, la matière y est moins mélangée de filaments ligneux dans leur état naturel. Pour que ces tourbes émergées donnent des résultats avantageux, il faut les choisir noires et denses, de pâte homogène, et alors le charbon qu'on en obtient, contenant beaucoup moins de cendres, développe un calorique plus vif. Il faut cependant faire attention à ce que la tourbe ne soit pas terreuse; qu'elle n'ait pas, étant sèche, une disposition à se fendiller, comme celle qu'on extrait des couches recouvertes depuis fort longtemps d'humus, car alors si l'on obtient proportionnellement à la matière beaucoup de charbon, on ne peut l'extraire des fourneaux qu'en très-petits morceaux et il tombe facilement en poussière.

Comme il est très-peu de dépôts émergés dont on puisse extraire, sur une étendue un peu grande, une tourbe d'égale qualité, il importe, dans les exploitations, de trier et de mettre à part les briques qu'on destine à la carbonisation, cela ne peut-être fait que par des ouvriers soigneux et entendus.

Il y a maintenant sur les bords des marais des Ponts, des fours en grande activité pour la carbonisation de la tourbe. Il m'a été impossible jusqu'à présent d'obtenir des indications précises sur le rendement de la matière première. Je trouve seulement dans un prospectus d'une société par actions pour l'extraction et la carbonisation de la tourbe, projet publié par les propriétaires mêmes des fourneaux à charbon, que pour obtenir 30 sacs de charbon, il faut trois bauges de tourbe. J'évalue approximativement la capacité du sac à 3 $^1/_3$ pieds cubes, c'est-à-dire à 100 pieds cubes les 30 sacs pour 360 pieds cubes de tourbe. Ce rapport, on le voit, est très-rapproché de celui que j'ai moi-même annoncé, puisqu'ainsi on obtiendrait de la tourbe des hauts marais 27,77 p% de charbon. Il s'éloigne beaucoup au contraire des résultats obtenus dans d'autres fabriques. Ainsi à Mennecy près de Paris, on retire généralement 65 voies de charbon pour 163 voies de tourbe [1] ou 35,87 p% de charbon. Encore ce rendement doit-il être évalué plus haut, puisque pour la distillation de la tourbe carbonisable on brûle sous les chaudières les tourbes les moins denses et d'un prix inférieur. Dans plusieurs établissements d'Allemagne, on obtient de 39 à 43 p% de charbon. En général les expériences des chimistes sur les tourbes fixent le rendement en charbon de 39 à 48 p%.

[1] *Traité de l'éclairage au gaz*, par Pelouse père.

Les procédés mis en usage pour la carbonisation de la tourbe se divisent en deux grandes classes. Par les uns on obtient la matière par suffocation, dans les autres par distillation. Le plan de ce mémoire ne me permet pas de décrire ici tous les fours et les appareils qui ont été construits jusqu'à présent pour la carbonisation de la tourbe. Des traités spéciaux ont été écrits sur ce sujet, celui de Pelouse père entr'autres [1]. On pourra donc consulter avec avantage cet auteur qui donne d'ailleurs le modèle des principaux appareils connus en France jusqu'à notre époque. Je ne fais qu'indiquer en passant quelques-uns des procédés les plus faciles et les moins coûteux, ceux qui sont à la portée de tout le monde et dont l'emploi ne nécessite pas des mises de fonds trop considérables. Car j'envisage comme ruineuses pour nos tourbières, les spéculations en grand qui nécessitent naturellement de vastes exploitations dans une même localité et qui ne peuvent avoir d'autre but que le plus grand avantage du moment, sans égard pour la conservation des marais tourbeux et la reproduction dans un temps éloigné.

On a cherché d'abord à obtenir la carbonisation de la tourbe en disposant la matière en meules, comme on le fait pour le bois. Mais cette méthode a des inconvénients, car les fours ainsi construits s'affaissent considérablement par le retrait de la tourbe et l'air pénètre facilement dans l'intérieur. « Là où, quoiqu'il en soit, dit Pelouse, ce procédé n'a pas été abandonné, on observe de ne donner aux meules que 12 pieds de diamètre et 5½ pieds de hauteur au plus. On a soin de conserver ces meules le plus sèches qu'il est possible en les plaçant sous un hangar où l'air circule librement. Mais quelque précaution qu'on ait pu prendre, la tourbe carbonisée de cette manière ne donne jamais qu'un charbon très-friable, incapable de supporter le transport et qui se détériore rapidement en absorbant l'humidité. »

Pour obvier aux inconvénients de la carbonisation par les meules, on a proposé plusieurs moyens dont il est bon de tenir compte. Le premier consiste dans l'emploi des abris, espèce de paravents en osier destinés à mettre la meule à l'abri des vents qui excitent dans l'intérieur une combustion inégale. Le second exige l'emploi d'une plaque en tôle ou en fer battu, d'un diamètre égal à celui de la base de la meule et sur laquelle doit être construit le four à carboniser. Cette plaque posée sur une fosse d'un pied de profondeur à-peu-près, est percée dans le milieu d'un trou par lequel on enflamme la tourbe de la meule et que l'on peut fermer quand la combustion est commencée. Le fer étant conducteur du calorique à un bien plus haut degré que le sol, la combustion partant du centre arrive plus rapidement à la circonférence de la meule que si elle reposait sur le sol; elle s'étend aussi plus également. Enfin l'on a récemment introduit en

(1) *Traité méthodique de la fabrication du coke et du charbon de tourbe,* Paris 1842.

Amérique, pour la carbonisation du bois, un perfectionnement qui peut recevoir une utile application dans la carbonisation de la tourbe. Dans toute carbonisation, il est nécessaire qu'une partie plus ou moins grande du combustible brûle à perte ; mais on peut faire porter cette combustion indispensable sur des matières de moindre valeur que la tourbe en mottes entières. C'est ce qu'on réalisera dans cette méthode qui ne diffère du procédé ordinaire des meules, qu'en ce qu'on introduit entre les mottes de la menuise de tourbe, dont malheureusement on est toujours trop abondamment pourvu. La marche de l'opération est la même, mais le poussier en se brûlant préserve les mottes entières et doit d'ailleurs en vertu de sa plus facile combustion rendre la carbonisation plus rapide (1).

Sprengel décrit un moyen de carbonisation extrêmement simple qu'il a vu employer dans le Hanovre et dont j'ai voulu reconnaître la valeur en l'appliquant à nos tourbes jurassiques. J'ai fait creuser une fosse de quatre pieds carrés dans un sol sec et sablonneux, en ayant soin de faire enlever le gazon qui était très-épais et que je divisai en mottes d'un pied carré au moins. Au fond de cette fosse, j'ai entassé en cône la tourbe légère qui s'enflamme très-facilement et j'y ai mis le feu au moyen de quelques copeaux de bois. Lorsque les briques de tourbe ont été bien allumées et en brasier ardent, je les ai étendues au fond de la fosse aussi également que possible et là dessus j'ai jeté la tourbe à carboniser jusqu'à ce que le creux fût comblé. En douze heures de temps, toute la matière s'est enflammée. Quand les tourbes de la surface ont été rougies et pénétrées par le feu j'ai posé d'abord sur la tourbe enflammée les mottes de gazon retournées, afin de ne pas salir la matière, et sur ce premier couvert j'ai fait jeter la terre qu'on avait retirée de la fosse, lui donnant une épaisseur de un à deux pieds. L'étouffement ayant eu lieu de cette manière, j'ai ouvert ce four souterrain après deux jours et j'en ai retiré la tourbe bien carbonisée, surtout dans le bas de la fosse ; il ne restait qu'à la surface des briques de tourbe qui, n'ayant pas été entièrement pénétrées par le feu, n'étaient pas complétement carbonisées. Dans son ensemble, il faut l'avouer, le résultat de cet essai n'a point été aussi satisfaisant que je l'espérais. La tourbe employée n'était pas très-sèche ; elle était d'ailleurs trop terreuse. Il a fallu beaucoup de temps pour que le feu pénétrât dans toute la masse et par conséquent il y a eu perte et combustion trop accélérée pour la partie inférieure, tandis que la partie supérieure n'était point encore assez échauffée. De plus, une violente averse étant survenue pendant le temps que le four devait rester fermé pour s'éteindre, l'eau avait pénétré et couvert le fond de la fosse. Enfin le charbon que j'ai pu obtenir de cette manière, quoique réunissant les

(1) Pelouse père, *Traité de la fabrication du coke*, etc., pag. 82.

qualités de ce combustible, était friable et se réduisait en morceaux trop petits pour qu'il fût d'un emploi facile sans le secours du soufflet. Il n'était propre qu'aux travaux de la forge et a effectivement été employé à cet usage. J'ajouterai encore qu'en enlevant les mottes de gazon, il a été impossible d'empêcher les parcelles de terre de glisser dans le charbon et de s'y mélanger, de sorte que l'extraction en a été longue et difficile. Pour réussir donc par ce moyen, il faudrait ne soumettre à l'opération que de la tourbe très-sèche, emmagasinée depuis une année. Il faudrait être très-attentif à saisir le moment où les briques de la surface sont suffisamment enflammées et celles du fond non encore réduites en cendres. Il faudrait enfin employer une claie enduite de mortier pour la poser à la surface du four avant d'y étendre les mottes de gazon, afin d'empêcher le mélange de la terre avec le charbon, et couvrir les travaux d'un hangar pour que la fosse soit à l'abri de l'humidité. Sprengel recommande de ne pas ouvrir ces fours trop tôt de peur que le charbon mal éteint ne vienne à se rallumer, et qu'ainsi on ne soit forcé de rejeter le tout dans le four et de le refermer.

On obtiendrait des résultats plus avantageux si l'on revêtait la fosse, dans tout son pourtour, d'un mur de briques jointes par un mortier, afin d'empêcher l'introduction de l'air. Car c'est sans doute l'action de l'air et l'humidité du sol qui rendent le charbon si friable. De grands fours ont été construits sur ce principe. On a élevé des fours en maçonnerie, dans l'intérieur desquels on a construit des parois de briques liées entre elles par un ciment, afin que l'air ne pût absolument pas y pénétrer. Ces fours sont allumés par le bas lorsqu'ils sont complétement chargés, ou par le milieu après qu'ils ont été remplis de tourbe à moitié. Ils sont alors comblés et rechargés jusqu'à l'orifice à mesure que la matière s'affaisse. La combustion terminée, on ferme avec soin toutes les ouvertures, et au bout de 24 à 48 heures, on extrait le charbon ou par une porte ménagée dans le bas, ou par le haut au moyen d'une poulie.

Sur le même principe encore, on a construit des fours en fer de douze pieds de hauteur divisés en trois pièces cylindriques dont la première repose sur une base au fond de laquelle on pratique un trou fermant par une porte glissante. A la partie supérieure de cette première pièce du fond est un rebord sur lequel s'appuie le deuxième tronçon cylindrique, et ainsi pour la troisième pièce. Sur cette dernière il y a un couvert, et l'opération est conduite absolument comme dans les fours en briques.

Les méthodes de carbonisation dans les fours ont subi de nombreuses modifications sans qu'on ait pu obtenir des résultats pleinement satisfaisants; car le fer est facilement corrodé et dissous par les liqueurs qui se volatilisent dans la tourbe; et dans les fours en briques, il se fait parfois des fissures imperceptibles par où pénètre l'air pour réduire en cendres une partie de la matière. Ces procédés sont d'ailleurs toujours incomplets,

puisqu'ils ne permettent pas de recueillir tous les produits utiles de l'opération. On a donc dû chercher à carboniser la tourbe par distillation, et c'est dans ce but qu'on a proposé un grand nombre d'appareils plus ou moins avantageux, mais qui sont d'ordinaire très-coûteux.

« Le plus simple de ces procédés par distillation est fondé sur le principe des *abris;* la construction du fourneau et la conduite du feu sont absolument les mêmes que dans le procédé des meules (1). Il faut seulement y ajouter une enveloppe continue qui, aux avantages des abris ordinaires, joint celui de pouvoir recueillir les produits accessoires de la carbonisation dans des appareils réfrigérants. Ce procédé est d'ailleurs économique, puisque toutes les pièces de l'appareil sont aisément transportables, d'une construction facile et que les matériaux qui les composent se trouvent partout.

» Pour former un abri de 30 pieds de diamètre à sa base, 10 pieds à son sommet, et 8 à 9 pieds de hauteur, on assemble en bois de 2 pouces d'équarrissage, des chassis de 12 pieds de long, 3 de large d'un bout et 1 pied de l'autre. Les montants de ces chassis sont munis de trois poignées en bois à l'aide desquelles on peut les réunir; il suffit pour cela de passer dans deux poignées contiguës une cheville en fer ou en bois. Les chassis sont garnis de clayonnages d'osier et enduits d'un mortier de terre mêlée d'herbes hâchées.

» Un couvercle plat de 10 pieds de diamètre, formé de planches bien jointes et maintenues par quatre traverses forme le sommet du cône. Il est muni de deux trappes destinées à livrer passage à la première fumée au commencement de l'opération. Un trou triangulaire pratiqué sur le même couvert reçoit un conduit formé de trois planches et destiné à conduire les gaz et les liquides condensés dans les tonneaux. Enfin une porte qu'on ouvre et ferme à volonté permet au charbonnier de visiter son feu. »

On a adapté aussi des conduits et des appareils distillatoires aux fourneaux construits en briques, tels qu'on les fait pour la carbonisation de la tourbe par étouffement. Mais d'ordinaire la distillation se pratique au moyen de grands vases ou cucurbites en tôle ou en fer battu dans lesquels on renferme la tourbe et qu'on entoure de feu. Les matières gazeuses sont recueillies dans des tuyaux qui passent dans des réfrigérants où elles se condensent. Ces matières donnent une espèce de goudron noir et fétide dont on ne tire presque aucun parti dans notre Jura, puisqu'on ne le vend qu'au prix de deux à trois batz le pot (2). On l'emploie pour graisser les essieux des voitures. Son odeur a la plus grande analogie avec celle de l'asphalte. J'ai visité près des Ponts un four construit sur

(1) J'emprunte encore cette description à l'ouvrage de Pelonse père.

(2) Environ quatre sous le litre.

ce principe et dans lequel on peut simultanément cuire la chaux et carboniser la tourbe. Mais il ne me semble pas donner des produits très-lucratifs, malgré la facilité de réunir ces deux opérations, et cela par la nécessité où l'on est de réparer souvent les fourneaux en pierre où l'on brûle la tourbe et les cucurbites où elle se distille.

Je termine ce chapitre en copiant un aperçu publié par MM. Marguerat et Mayet, pour l'appel de fonds qu'ils ont fait en 1841, dans le but d'exploiter en grand les marais des Ponts et de tirer parti des produits.

« La carbonisation de la tourbe, disent-ils, est surtout avantageuse au pays de Neuchâtel, en ce qu'elle permet d'opposer un frein à la destruction croissante des forêts qui peuplent les montagnes de la Principauté.

» Elle produira d'abord une grande diminution sur les exploitations de bois de hêtre et une baisse sensible dans les bois de chauffage. Ceci s'explique.

» D'après les renseignements puisés à bonne source, la consommation du charbon de foyard dans les deux localités de la Chaux-de-Fonds et du Locle, s'élève à environ 30,000 sacs par année.

» Examinons maintenant la partie mécanique de cette carbonisation de la tourbe.

» Un seul four de la dimension de celui que nous possédons, peut faire annuellement 40 cuites au minimum. Chaque cuite produit au moins 30 sacs de charbon ; ainsi un seul four peut livrer chaque année 1200 sacs.

» Pour obtenir cette quantité de 30 sacs, il faut 3 bauges de tourbe, par conséquent 1200 sacs emploient 120 bauges. En résumé, avec 7 fours on fabriquera 8,400 sacs de charbon, lesquels exigent 840 bauges de tourbe. Le prix de la vente du charbon étant fixé à 2 fr. de France le grand sac, les 8,400 sacs produiront 16,800 fr. [1] »

840 bauges de tourbe à 35 batz coûtent	fr. de Fr.	4055 » 20 c.
Traitement des ouvriers	» »	2069 » —
Entretien ducroire et frais imprévus	» »	1241 » 30 c.
	fr. de Fr.	7365 » 50 c.

Reste donc un bénéfice net de fr. de Fr. 9434 » 50 c.

Présentée de cette manière, il est clair que la carbonisation de la tourbe offre des résultats fort avantageux. Il est impossible cependant d'admettre les calculs ci-dessus comme justes dans toutes leurs conséquences et surtout comme devant produire les mêmes bénéfices pour les propriétaires qui voudraient tirer de leurs tourbières le parti le plus avantageux. Car il faut naturellement, si l'on note le prix du charbon vendu à

[1] Comme les monnaies de notre canton sont peu connues j'ai réduit les Livres de Neuchâtel en francs de France.

la Chaux-de-Fonds ou au Locle avec le bénéfice du fabricant, indiquer aussi la valeur de la tourbe sur les marchés de ces deux localités. Nous établirons donc un autre calcul de cette manière.

La construction d'un four avec son hangar	fr. de Fr.	700
Réparations annuelles	» »	70
Entretien d'un charbonnier	» »	600
120 bauges de tourbe à 12 fr. de Fr.	» »	1440
	fr. de Fr.	2810
1200 sacs de charbon obtenu se vendent	» »	2400
Perte. .	fr. de Fr.	410

Il y aurait donc une perte de plus de 400 fr. pour la première année pour le propriétaire qui voudrait tirer parti de sa tourbe en la transformant en charbon au lieu de la vendre sur les marchés. Sans doute un four une fois construit peut durer plus d'une année ; cependant ces constructions exigent de fréquentes réparations et parfois une réédification complète. On observera d'ailleurs que je n'ai mis en ligne de compte ni intérêt, ni ducroire, ni frais d'administration et d'inspection qui doivent cependant s'élever à une certaine somme. Ainsi ne voudrais-je pas conseiller aux propriétaires de se lancer trop hardiment dans cette nouvelle voie de gain, mais plutôt de profiter de la valeur de la tourbe dans son état naturel, puisque la vente en est toujours facile.

Ceci, au reste, ne peut jeter aucune défaveur sur l'entreprise de MM. Marguerat et Mayet, ni mettre en doute leurs calculs que je crois fondés. Nous arrivons à des résultats différents en partant d'un point de vue qui ne peut être le même.

CHAPITRE IV.

CULTURE DES TOURBIÈRES.

L'esprit de l'homme se tourne souvent avec enthousiasme vers des idées, vers des spéculations dont il serait difficile de trouver la raison. Dira-t-on pourquoi, par exemple, dans nos hautes vallées jurassiques, où le froid est si vif, où le combustible a une si

grande valeur, où les terres, même les plus fertiles et les mieux exposées, ne produisent guère que des fourrages, jamais de blé, on a préconisé les cultures faites sur la tourbe et annoncé comme une précieuse découverte la possibilité de transformer en prairies d'un mauvais rapport, un sol qui, abandonné à lui-même, a une valeur égale à celles des meilleures terres labourables. Comme de juste, l'élan une fois donné, on s'est mis à l'œuvre pour donner une forme à l'idée, pour obtenir les bénéfices de la spéculation. Certes, les résultats n'ont pas été magnifiques, et je ne craindrais pas d'être démenti en affirmant que sur certaines parties des marais tourbeux du Jura, les cultures n'ont pas rapporté les frais des labours et la valeur de l'engrais.

On doit tout d'abord, pour le mode de culture, distinguer le sol des marais immergés de celui des tourbières de montagnes. Quand les marais sous-aquatiques sont recouverts, comme il arrive parfois, d'une couche épaisse de limon ou d'humus, le terrain peut prendre assez de consistance, s'il n'est pas détrempé par de fréquentes inondations, pour produire de bonnes récoltes, suivant le climat de la localité. Mais souvent (les grands marais du Seeland et du Landeron sont dans ce cas) les inondations annuelles rendent le sol tourbeux très-mol et trop humide pour qu'il puisse être labouré facilement. Alors, abandonnée à elle-même, la surface se couvre d'herbes ligneuses ou d'un fourrage de très-mauvaise qualité. Des agronomes distingués m'ont affirmé que des expériences qu'ils ont faites sur ce terrain n'ont pas répondu à leur espoir; qu'ils n'en ont obtenu que des produits médiocres bien inférieurs à ce qu'ils étaient en droit d'attendre de leurs travaux. Il ne faut pas cependant désespérer d'une réussite avantageuse, si les essais sont poursuivis avec ensemble et surtout sous la direction des gouvernements intéressés. La richesse des produits agricoles de la Hollande doit encourager la confiance.

Je hasarde en passant une opinion qu'on pourra taxer d'absurde, mais qui repose cependant sur un sentiment de bienveillance et de triste pitié pour une classe d'individus malheureux dont un peu de travail et de pain feraient peut-être de bons citoyens. Je veux parler de ces pauvres êtres sans patrie qui errent dans notre Suisse libre, pourchassés de canton en canton, et pour lesquels notre société régénérée n'a pas encore trouvé une place. Ces heimathlosen, parias d'une civilisation où les mots de fraternité, de civisme et de liberté, sont criés par toutes les bouches, portent la peine des fautes de leurs pères dont ils ne reçoivent en héritage que la misère et le vice. Ces hommes, je le crois, s'attacheraient à une propriété quelque triste qu'elle fût, si quelque part on leur montrait un coin de terre duquel ils pourraient dire : ceci est à moi. Ils travailleraient, je le crois encore, s'ils étaient sagement dirigés, à rendre cette propriété aussi belle que possible et à en tirer le meilleur parti. Ils deviendraient des citoyens utiles, si quelque part on leur permettait d'être hommes.

Les vastes marais du Seeland sont là presque déserts, parcourus en été seulement par de rares troupeaux qui y broutent des joncs, des roseaux, un mauvais fourrage. Ne pourrait-on pas y introduire pour essai quelques colonies de ces heimathlosen, qui changeraient peut-être le triste aspect de ce sol?

Je sais qu'une foule d'objections s'élèveront contre cette idée. Qui voudrait faire les frais d'une première installation? Quel gouvernemeut avancerait les fonds nécessaires pour creuser les premiers canaux, établir les digues et peut-être les machines hydrauliques qui protégeraient les propriétés des colons? Il faudrait lutter d'abord contre les obstacles provenant de la nature du sol, fournir les premières choses nécessaires aux colons qu'on voudrait y fixer et attendre de récoltes et de produits problématiques le faible impôt à prélever sur cette nouvelle population.

Ce qu'on nomme des gouvernements tyranniques ou absolus ont fait pour leurs sujets pauvres ce que la Suisse riche et libre hésite à faire. Les *Lettres philosophiques et morales* de de Luc contiennent un éloquent panégyrique de ces colonies du Hanovre, fondées sur de vastes marais tourbeux et qui sont maintenant dans un état très-prospère. Le gouvernement a fourni, distribué le sol; il a de plus donné au colon l'argent nécessaire à l'achat des matériaux d'une maison et les semences pour la première année. Ces nouveaux établissements sont exempts de charges pendant douze années, ils ont ce temps pour se fixer, et alors seulement ils paient à l'état un impôt moindre que celui des autres propriétés du royaume.

Sprengel avait visité ces colonies dans leur enfance. Il dépeint avec tristesse la vie simple et pénible des habitants « qui ont pour tout bien une hutte dont les murailles sont composées de morceaux de tourbe, dont le toit de chaume est soutenu par des poutres reposant sur le marais. Ils dorment sur la mousse des tourbières, ils se nourrissent du lait de leur unique vache à laquelle est réservée d'ordinaire la meilleure place de leur misérable logis, et des récoltes que leur donne le champ qu'ils ont défriché sur la tourbe. » Et cependant le sentiment de la possession et un travail constant, l'espoir d'un avenir plus facile comme compensation de leurs peines, rendent ces hommes heureux au point qu'aucun de ceux-là même qui paraissent si à plaindre ne consentirait à changer ce genre de vie.

Si l'on avait une fois reconnu le meilleur mode de culture pour les marais du Seeland; si ces plaines étaient à l'abri des inondations, on pourrait aussi voir s'y élever, au milieu de verdoyantes campagnes, des villages où, sous une paternelle administration, le bonheur habiterait à côté de la pauvreté. Et puisque les cantons suisses énumèrent chaque année pour s'en plaindre les dépenses inutiles qu'ils font pour l'entretion de ces hommes sans patrie, qui poursuivent d'ailleurs leur carrière de vagabondage et de men-

dicité ; puisqu'on a même entendu des députés des cantons proposer d'exporter au-delà des mers tous ces *fainéants heimathlosen*, pour s'en débarrasser une fois, on utiliserait mieux, ce me semble, les frais de leur voyage et de leur établissement en Amérique, en les employant à des colonisations rapprochées, stables et surveillées. Il y aurait à cela une véritable économie et l'on éviterait l'injustice commise en traitant en criminels des hommes qui souvent ne sont que malheureux.

J'ai regret de ne donner ici que de courtes généralités sur le mode de culture à suivre dans les marais immergés. Il dépend toujours du degré de desséchement qu'on peut obtenir et de la couche de terre ou de limon superposée à la tourbe. Car il y a, dans les marais du Seeland, par exemple, quelques parties recouvertes d'un pied d'humus sur une couche de sable et qui seraient ainsi facilement fertilisées ; il y en a d'autres, au contraire, plus enfoncées, sur lesquelles il faudrait nécessairement transporter des matières pesantes dont le mélange avec la tourbe et l'engrais rendit le sol plus stable. Dans les environs du Landeron, quelques propriétaires ont jeté sur leurs prairies tourbeuses des cailloux, du gravier, des débris pierrieux, les sables des routes ; ils ont facilité un peu l'accès de leurs champs en les rendant moins spongieux ; mais cela seul ne peut améliorer les produits du sol. A en juger par les récoltes en légumes et en céréales que j'ai souvent vu faire le long des canaux des marais lacustres, là où les bords sont élevés par les matériaux rejetés du fond, il semblerait que le mélange de sable et de la tourbe produit un terrain d'une composition favorable à la culture, à celle des légumes surtout.

En général, les arbres fruitiers réussissent mal dans un sol tourbeux, soit à cause de la trop grande humidité de l'atmosphère, soit par l'influence de la matière sur les racines. Il en est de même de quelques arbres forêtiers ; les essais qui ont été faits et publiés en Allemagne ont toujours donné des résultats plus ou moins incomplets. Quelques espèces pourtant prospèrent assez bien pour qu'on puisse avec avantage en planter les digues et même les bas-fonds. Le peuplier, l'orme, le bouleau que nous avons déjà nommés, et dont le bois a une valeur réelle, plusieurs espèces de saules, le sorbier surtout que Sprengel a vu prospérer parfaitement dans les marais du Hanovre, où il donne des fruits en abondance. « J'ai connaissance, » dit M. Kasthofer, dans son *Guide dans les forêts*, dans cet ouvrage si savant et si populaire en même temps, dont on ne louera jamais assez le mérite ; « j'ai connaissance qu'un sorbier de vingt-cinq ans a donné trois mesures de fruits dont on a obtenu, par distillation, environ trois pots d'eau-de-vie de bonne qualité. » Les fruits du sorbier servent encore à la nourriture des brebis et des chèvres, comme les feuilles fraîches et desséchées sont un bon fourrage pour le bétail.

Bien que les cultures sur les hauts marais du Jura me paraissent inutiles, peu pro-

fitables et même dangereuses, je dois cependant, pour ne rien omettre de ce qui se rapporte au sol tourbeux, dire un mot en passant de la manière dont les travaux agricoles sont dirigés avec le plus de succès sur cette espèce de sol.

Ou bien on cultive la surface des tourbières, ou bien l'on extrait le combustible jusqu'au fond et alors on établit les cultures sur la couche de terre noire qu'on trouve ordinairement sous la tourbe.

La première précaution à prendre lorsqu'on veut cultiver la surface des dépôts tourbeux, c'est de creuser à vingt-quatre pieds de distance au plus des fossés d'écoulement pour dessécher la couche supérieure ([1]). On doit donner à ces fossés une profondeur assez grande, quatre pieds au moins. Quand la surface du sol a perdu son humidité, du moins autant que cela est possible, on coupe en automne, à la profondeur de six à huit pouces, les mottes de la surface remplies de racines et de tiges d'airelles et de bruyères, et on les laisse sécher sur place. On choisit alors au printemps un jour chaud avec un peu de vent et on allume ces mottes sur toute l'étendue. Quand la combustion est opérée, pendant que le sol est encore chaud, on sème le blé noir ou blé sarrasin, là où le climat permet à la graine de mûrir. On le herse avec la cendre, sans autre labour, puis on y passe le rouleau. Si le blé noir est semé trop tard, il réussit mal sur les marais ; il est donc important que la combustion des mottes ait lieu avant la fin de mai. Pendant quatre ans de suite on sème ainsi cette espèce de blé en préparant le sol comme la première fois. La première récolte est médiocre; les deux suivantes sont au contraire très-productives, mais la quatrième et la cinquième surtout valent à peine les frais du travail. Lorsque le sol est ainsi épuisé par les récoltes successives, il faut lui rendre sa force au moyen d'engrais ou le laisser reposer pendant fort longtemps, afin que de nouveau il se couvre de bruyères. Encore par ce dernier moyen, semble-t-il ne jamais pouvoir reprendre une fertilité égale à celle de la première culture. Par les engrais on obtient sur la tourbe d'autres espèces de céréales, l'avoine, l'orge, le seigle suivant les climats. Mais il paraît que pour avoir des récoltes plus belles, il faut semer sur les marais les graines qui y ont cru et prospéré ; celles qui sont pour ainsi dire habituées à ce sol. Il paraît encore que le sol tourbeux produit davantage et que les graines sont moins exposées aux gelées, quand vers la fin de l'automne on répand sur les champs ensemencés un peu de sable ou de marne pulvérisée.

C'est sur ces données générales, modifiées par les circonstances locales, que sont basées les cultures introduites dans les marais de l'Allemagne, où croissent encore les pommes-de-terre et où l'on sème plusieurs espèces de plantes fourragères. Les prairies

([1]) En général l'action desséchante d'un fossé se fait sentir facilement à 12 pieds de distance.

artificielles donnent en effet d'excellents produits sur la tourbe quand, après avoir enlevé et brûlé la découverte, on a soin de continuer les engrais avec du fumier mêlé à la cendre de tourbe. Mais si l'on néglige ces engrais pendant une année seulement, les mousses s'emparent du sol très-rapidement et le foin diminue. En mêlant au fumier la marne ou les cendres de bois, le sol produit davantage.

Les espèces de plantes fourragères qui semblent se plaire le mieux sur la tourbe sont, avec le trèfle blanc et le trèfle rouge, la phléole des prés *(Phleum pratense)*, l'Agrostis blanche *(Agrostis alba)*, les houques *(Holcus lanatus* et *Holcus mollis)*, l'anthoxanthe odorante *(Anthoxanthum odoratum)*, plusieurs espèces de poa, le vulpin des prés *(Alopecurus pratensis)*, le lotier *(Lotus corniculatus)*, la bistorte *(Polygonium bistorta)*, et toutes les espèces que nous nommons dans la partie botanique comme naissant spontanément sur les prairies tourbeuses.

L'application de ces principes d'agriculture ne peut se faire en entier sur nos hauts marais du Jura. La température froide des vallées où ils sont situés ne permet guère d'espérer la récolte d'aucune autre espèce de céréales que l'avoine. La rareté des engrais, qui, il faut bien le dire, sont généralement recueillis et préparés avec une extrême négligence, empêche la succession annuelle des travaux qui seraient nécessaires pour recueillir d'abondants fourrages.

Voici donc comment l'on procède ordinairement. On se contente de labourer la surface après l'avoir recouverte de fumier sans même enlever ni brûler la découverte. On sème l'avoine, plus rarement l'orge, et après la récolte on laisse le sol *se fermer* et produire naturellement des fourrages dont la quantité et la qualité varient suivant l'humidité du marais. Déjà la seconde année les mousses reparaissent sur les prairies, et après la troisième ou la quatrième les récoltes en foin sont si médiocres qu'il faut recommencer le labour et le fumage. La négligence qu'on apporte à ces cultures dans notre haut Jura est inconcevable. On dirait que les propriétaires, ne comptant pour rien leurs peines et leurs travaux, ne cherchent qu'à agrandir leurs possessions, comme si l'étendue même d'un domaine stérile était une richesse. J'ai vu de ces champs tourbeux sur lesquels on fauchait chaque année les mousses presque seules et quelques joncs. Car souvent on laisse les prairies cinq, six et sept ans sans y renouveler les engrais. Aussi ceux-là même qui jadis avaient prôné la culture de nos marais, ont-ils facilement reconnu combien les produits en sont inférieurs à ceux des terrains non-tourbeux.

Ainsi est-il clair que puisque la culture arrête la croissance de la tourbe et qu'elle diminue la matière combustible, il y a une perte réelle à transformer en prairies les marais de nos hautes vallées où la tourbe a une grande valeur.

On sait en effet combien la tourbe est spongieuse, vers la surface surtout. Elle se

laisse facilement pénétrer par les parcelles terreuses que les engrais, les labours et l'action de l'air sur la matière mise à nu forment à la surface, ensorte que si la qualité du combustible dans les couches inférieures n'est pas gâtée d'une manière bien sensible, il y a pourtant toujours une certaine somme de parties nutritives des plantes qui sont perdues sans profit. D'un autre côté, sans parler même du desséchement de la tourbe qui en réduit le volume de près de moitié, on sait que la nutrition et la végétation des plantes fourragères enlève chaque année au sol tourbeux une portion de matière qui, sans être considérable, est cependant très-appréciable à la longue. Sprengel évalue cette perte à environ un tiers de pouce par année. Dans les marais de Brême, les parties cultivées depuis longtemps sont abaissées de quelques pieds au-dessous de celles qui n'ont été que desséchées, sans que l'agriculture ait tiré parti du sol.

D'après cela, évaluons par un simple calcul ce que produira la culture de nos marais tourbeux jurassiques. La couche d'un marais mise à nu perdant en épaisseur un tiers pouce par an, on aura une diminution d'environ un pied en trente ans ou trois pieds par siècle. Ajoutez à cela la perte de un pied pour la croissance arrêtée, on aura un déficit de quatre pieds par siècle, ce qui équivaut à 820 bauges de tourbe ou 9840 francs par pose. En déduisant la moitié pour le coût de l'exploitation, il reste encore 4920 francs ou une cinquantaine de francs par an, valeur qui dépasse le gain réel que donne la récolte sur nos marais.

La couche de terre noire sur laquelle repose ordinairement la tourbe est un sol gras, naturellement fertile, sur lequel on peut cultiver sans beaucoup d'engrais les végétaux qui réussissent dans nos vallées. Quelquefois même cette terre noire est employée comme fumier. Il y aura donc double avantage à ne cultiver les hauts marais qu'après en avoir extrait la tourbe. Les prairies qu'on a établies sur ce sol, dans le Jura, après les récoltes de l'avoine, sont plus fournies, le foin y est de meilleure qualité et beaucoup plus abondant; les mousses ne les couvrent pas aussi facilement. Car cette terre, moins spongieuse que la tourbe, se dessèche assez pour que les végétaux tourbeux ne s'en emparent pas. La culture pourrait donc tirer un parti avantageux des bords de nos marais émergés où la tourbe a été enlevée et où elle ne peut recroître faute d'eau. Mais il faut le répéter, nos agriculteurs des hautes vallées ne doivent pas s'attendre à récolter sans peine. Il faut labourer, creuser des fossés, et même fumer ce sol ou y transporter des matières qui en diminuent encore la spongiosité, sans quoi la nature n'y sème que des linaigrettes et des joncs dont le bétail ne se nourrit pas.

Il est des contrées, l'Irlande, par exemple, où la nature du sol étant presque généralement tourbeuse, on est forcé de changer en terres arables toutes les tourbières des plaines qui sont susceptibles de culture. Cette transformation se fait facilement dans ce

pays, au moyen des herbes marines qu'on recueille en abondance pour engrais; mais elle exige cependant en plusieurs endroits des précautions dont la négligence peut causer de graves dommages. Quand les dépôts tourbeux sont très-profonds et élevés au-dessus des campagnes voisines, si l'on n'a pas soin de maintenir en bon état les canaux de desséchement, l'eau s'amasse au fond de ces grandes tourbières, car la surface cessant de s'élever et l'humidité n'étant plus absorbée par la végétation des mousses, le fond des couches de tourbe se détrempe et la matière divisée forme une véritable bouillie. Il arrive alors que l'enveloppe extérieure du marais ne peut opposer une résistance assez forte à la masse fluide qui la presse de l'intérieur; elle crève sous l'effort et la masse boueuse se précipite, comme un torrent dévastateur, sur les campagnes voisines. Parmi les nombreux accidents dus à la même cause et qui ont été publiés dans les journaux, je ne citerai que le suivant : Le 25 juin 1821, on ressentit à Tulamoore une violente secousse accompagnée d'un bruit semblable à un coup de tonnerre. Tout-à-coup la surface du sol se fendit et il en jaillit un torrent de limon qui s'élança avec grand bruit par l'ouverture. Tout ce qu'il rencontra sur son passage, maisons, arbres, forêts, tout fut renversé, car la vase s'élevait par place à plus de 60 pieds au-dessus des campagnes. Près de 3000 hommes furent employés à construire une énorme digue qui fut encore emportée et détruite par le torrent.

Si de tels accidents sont rares, ils n'en prouvent pas moins la nécessité d'un bon emménagement des hauts marais tourbeux. Ils fortifient d'ailleurs les preuves des inconvénients de la culture des hauts marais tourbeux. Aussi devrait-on, dans toute l'Europe continentale, abandonner cette culture des marais émergés. On s'aperçoit maintenant en Suisse, en Allemagne surtout, en Danemarck, etc., du tort que la colonisation des marais a fait au pays en général. Quelques centaines d'individus sont devenus propriétaires; quelques-uns se sont enrichis; mais le combustible devient de jour en jour plus rare et plus cher, et cette augmentation de prix est un véritable impôt prélevé sur des populations entières au profit d'un petit nombre. Cette vérité, que j'ai peut-être le tort de répéter trop souvent, finira par se faire jour tôt ou tard. Plaise à Dieu que la conviction n'arrive pas trop tard, et qu'à tous les malheurs causés par le déboisement inconsidéré de nos montagnes, on ne doive pas ajouter le regret d'avoir détruit à jamais et sans nécessité l'une des œuvres les plus utiles de la nature.

§. 3 PARTIE SCIENTIFIQUE.

CHAPITRE Ier.

CHIMIE.

Les observations rapportées dans la première partie ont prouvé que l'ulmine ne peut être envisagé comme cause de la formation de la tourbe. Qu'est-ce, en effet, que cette matière ? On sait par des expériences qu'on l'obtient en traitant par des alcalis, non-seulement la tourbe, mais la fibre ligneuse en général, la sciure de bois, la suie, les lignites, etc., ou en décomposant par des acides le sucre, la fécule, etc., ou bien encore en mettant au contact de l'air des solutions alcalines d'acide gallique ou de tannin [1]. Cette matière s'annonce comme un produit de la décomposition des substances végétales par l'action des acides et des alcalis ; comme un résultat de la décomposition lente du ligneux. Nous répétons donc qu'elle ne peut nullement être considérée comme la cause d'une formation à laquelle son existence est subordonnée.

D'ailleurs ce corps qui, en raison de ses caractères extérieurs et de ses réactions chimiques, a reçu plusieurs dénominations, telles que : acide ulmique, humine, géine, acide gëïque, etc., est aussi le principal constituant du terreau ou de l'humus. Il n'est pas besoin cependant de dire quelle différence il y a entre cette dernière matière et la tourbe. Il est clair, comme le dit Liebich dans l'introduction à son *Traité de chimie organique*, auquel j'ai emprunté plusieurs des idées exprimées dans ce chapitre, « que les chimistes ont confondu sous un même nom tous les produits de la décomposition des matières organiques qui présentent une couleur brune ou brun-noir. Ils les ont appelés ulmine ou acide ulmique, suivant qu'ils étaient solubles ou insolubles dans les alcalis. »

Qu'on dise donc, si l'on veut, que l'ulmine se trouve dans la tourbe même en assez grande quantité, nous ne le nierons pas ; mais le rôle que joue ce corps dans la formation du combustible, sera analogue à celui des résines qui y entrent avec les végétaux et qui, mélangées au ligneux conservé par l'eau, en retardent encore la décomposition et en empêchent l'entière destruction. Encore sera-t-il bon de remarquer que la production

[1] Liebich.

de cet acide n'est point une conséquence nécessaire de la formation de la tourbe puisqu'il est des tourbes, celles dont la décomposition n'est pas avancée, dans lesquelles on ne le rencontre pas.

Wiegmann lui-même semblerait avoir à-peu-près la même pensée, sans cependant atténuer en rien l'importance qu'il attache à l'ulmine, car il dit : « que les transformations que subissent les plantes pour former la tourbe ont ce résultat : que les sucs de leurs parties tendres sont changés en ulmine et que les filaments ligneux forment essentiellement le charbon de terre ; ce qui, mélangé à des terres et à des oxides métalliques, forme la tourbe. »

C'est là à-peu-près la même explication que celle de Einhoff. Pour la rendre absolument concordante, il suffirait d'ajouter le seul mot *ulmine*. « Les végétaux, dit-il, surtout les cryptogames entassés dans les contrées basses et humides, périssent et entrent en décomposition. L'éloignement de l'air libre, un haut degré d'humidité, et la température maintenue constamment basse par cette humidité, impriment une direction particulière à cette décomposition et l'entretiennent. Il se forme, dans la première période, des matières qui empêchent une décomposition totale et donnent naissance à de nouveaux produits. C'est d'abord un acide qui empêche la pourriture rapide de la masse végétale et qui, avec le concours des autres circonstances qu'offre cette décomposition lente, fait que, par la séparation successive de l'hydrogène d'avec une petite quantité de carbone, la masse végétale se rapproche toujours davantage de la matière du charbon. Et plus la tourbe est voisine de cet état, moins elle est exposée à la décomposition. Elle paraît même s'y soustraire tout-à-fait, de sorte qu'elle reste ainsi pendant des siècles dans les dépôts sans se modifier d'une manière sensible. »

C'est là ce me semble l'explication la plus claire et la plus simple des modifications chimiques auxquelles la matière tourbeuse est soumise ; celles qui ont été données depuis n'y ont pas ajouté grand'chose.

Dans un exposé aussi court que celui-ci, il n'est pas possible de rapporter même en abrégé toutes les analyses qui ont été faites de la tourbe. Un grand nombre de chimistes se sont occupés de ce sujet : Hagen, Achard, Buchholz, Thær, Einhof, Thomson, Sprengel, Klaproth, Wiegmann, Braconnet, etc., et c'est dans les ouvrages de ces auteurs qu'il faut chercher les analyses d'une foule d'espèces de tourbes, ainsi que les nombreuses explications des parties dont on a constaté la présence dans la matière. Un fait qui ressort évidemment de tous les travaux de ces savants, c'est l'extrême variété des composans, qui ont aussi peu de fixité que les apparences extérieures de la matière tourbeuse. C'est une raison de plus pour faire rejeter l'embarrassante et inutile nomenclature des diverses espèces de tourbe, à laquelle plusieurs auteurs semblent attacher

beaucoup de prix. Car ce sont des accidents qui ont influé sur les formes et les composants de la tourbe, et comme ces accidents varient à l'infini, même dans un seul dépôt, il est impossible de baser là-dessus une classification qui ait la moindre fixité et le moindre mérite.

Klaproth a obtenu par distillation de la tourbe du comté de Mannsfeld.

1° Produits solides,	40,5.	20,0 charbon.
		2,5 sulfate de chaux.
		1,0 péroxide de fer.
		0,5 alumine.
		4,0 chaux.
		12,5 sable siliceux.
2° Produits liquides,	42,0.	12,0 eau chargée d'acide pyroligneux.
		30,0 huile empyreumatique brune, cristallisable.
3° Produits gazeux,	17,5.	5,0 acide carbonique.
		12,5 oxide de carbone et hydrogène carboné.

Ce sont là les mêmes produits que ceux qu'on retire du bois, mais dans des proportions différentes. Ils se retrouvent dans toutes les espèces de tourbe, en variant toujours dans leurs proportions.

Ainsi Wiegmann a analysé deux espèces de tourbe de Brunswigg qui ont donné :

1° Tourbe compacte (Stechtorf) sur 1000 parties :

Ulmine	276,00
Cire	62,00
Résine	48,00
Bitume	90,00
Charbon terreux	452,00
Eau	54,00
Muriate de chaux	0,15
Sulfate de chaux	2,80
Silice et sable	7,20
Alumine	0,80
Carbonate de chaux	4,40
Fer et phosphore	2,65

2° Tourbe à forme (Baggertorf).

Ulmine	104,00
Cire	2,50
Résine	4,25
Bitume	22,50
Charbon terreux	446,00
Eau	21,00
Sulfate de chaux	48,75
Carbonate de chaux	16,00
Fer	66,00
Alumine	96,00
Silice	22,00
Quartz	142,00

Sprengel a analysé les cendres de diverses espèces de tourbe d'un même marais ; il a trouvé pour la tourbe noire : sur 1000 parties :

Quartz			0,110
Silice			0,200
Alumine			0,185
Magnésie			0,059
Carbonate de chaux			0,133
Oxide de fer			0,124
Oxide de manganèse			0,001
Sels	Gypse	0,123	0,178
	Phosphate de chaux	0,015	
	Muriate de soude	0,040	
	Perte		0,011
			1,000

La tourbe jaunâtre des mousses ou la découverte contenait dans les cendres sur 1000 parties.

Quartz			0,201
Silice			0,110
Alumine			0,097
Oxide de fer			0,190
Chaux			0,141
Magnésie			0,086
Oxide de Manganèse			0,035
Sels	Gypse	0,102	0,140
	Sel marin	0,010	
	Sulfate de soude	0,012	
	Phosphate de chaux	0,016	
			1,000

De ces quelques analyses, nous tirons encore des preuves en faveur de la définition que nous avons donnée de la tourbe dans la première partie en disant : *Que la tourbe est produite par le ligneux des végétaux, dont la décomposition est modifiée par la présence et la température de l'eau.*

« Dans l'air sec ou sous l'eau, dit Liebich, le ligneux se conserve, comme on le sait, pendant des siècles entiers sans s'altérer. D'ailleurs, outre les conditions ordinaires, la fibre de bois exige beaucoup de temps pour que sa pourriture s'accomplisse. *L'érémacausie*

ou la pourriture de la partie essentielle de tous les végétaux, à savoir du ligneux, présente un phénomène particulier, c'est que, au contact de l'oxigène ou de l'air, elle convertit l'oxigène en un volume égal d'acide carbonique. Dès que l'oxigène disparaît, la pourriture s'arrête.

» Si l'on enlève cet acide carbonique et qu'on le remplace par l'oxigène, la pourriture s'établit de nouveau, c'est-à-dire que l'oxigène se transforme de nouveau en acide carbonique. Puisque le ligneux se compose de carbone et des éléments de l'eau, on peut dire d'une manière générale que cette pourriture est identique dans ses résultats avec la combustion du carbone pur à des températures très-élevées ; ainsi le ligneux se comporte, en brûlant lentement, comme si ni son hydrogène ni son oxigène ne se trouvaient combinés avec du carbone.

» L'accomplissement de ce phénomène de combustion exige un temps fort long ; la présence de l'eau en est également une condition indispensable. Les alcalis en favorisent les progrès, les acides les entravent ; toutes les matières antiseptiques, l'acide sulfureux, les sels mercuriels, les huiles empyreumatiques, etc., les arrêtent entièrement. A mesure que la pourriture du ligneux s'avance, celui-ci perd la faculté de pourrir davantage, c'est-à-dire, de transformer l'oxigène ambiant en acide carbonique, de sorte qu'à la fin il laisse une matière brune et charbonneuse qui n'a plus cette propriété. C'est là le produit final de l'érémacausie ou de la pourriture lente du ligneux, produit qui forme les tourbes et la partie essentielle de tous les lignites. »

Si ce phénomène se produit à l'air libre, la source d'oxigène ne tarissant jamais, il a lieu rapidement et les parties constitutives du ligneux passent bientôt à l'état d'ulmine. A une température élevée, cette décomposition est encore plus rapide. Si, au contraire, il se produit dans l'eau et à une température basse, comme les parties ligneuses ne peuvent être soustraites absolument à l'action de l'oxigène, elles en subissent aussi à la longue les effets ; mais cette oxidation est très-lente ; elle est jointe à l'action des éléments de l'eau.

En effet, si l'on examine les analyses de la tourbe, on trouve, qu'à un certain degré de décomposition, les éléments de l'eau sont entrés dans la composition du bois avec une certaine quantité d'oxigène de l'air, tandis que les éléments de l'acide carbonique s'en sont séparés. Suivant donc que l'accès de l'air sera plus ou moins intercepté, la formation tourbeuse ou l'oxidation lente du ligneux sera modifiée.

Il est clair que cette altération produite par l'eau et par l'action de l'air se fera sentir d'abord sur les parties non ligneuses des plantes et par conséquent sur celles qui, par leur décomposition, donnent les acides, les huiles empyreumatiques, les résines et toutes les substances antiseptiques.

On comprend donc que ces nouveaux produits agiront sur le ligneux pour en retarder la décomposition. Ainsi l'ulmine pourra se trouver en dissolution dans l'eau des tourbières; les gelées le feront passer à l'état concrêt et insoluble, et comme résine, il deviendra l'une des matières constitutives de la tourbe. Il ne sera pas cependant l'élément essentiel de la tourbe; il n'y entre même qu'en quantité assez faible. Ainsi Wiegmann qui attribue une si grande influence à cette substance, n'a trouvé que 10 p% d'ulmine dans la tourbe à forme de Brunswigg, et seulement 5 p% dans cette tourbe charbonnée qu'on trouve au fond des marais. On ne comprend donc pas comment certains soit-disant observateurs, quand il s'est agi d'appuyer un système sans fondement, ont affirmé qu'ils avaient trouvé l'ulmine comme constituant la tourbe pour plus de la moitié.

La présence d'autres substances étrangères, de la silice, de l'alun, de l'oxide de fer, de l'oxide de manganèse, de la chaux, du talc, de la potasse, de l'acide sulfurique, de l'acide phosphorique, du chlore, s'explique par la composition même des végétaux et des animaux qui forment la tourbe et par les modifications extrêmement nombreuses que les éléments de ces divers corps subissent sous l'influence des agents qui se rencontrent dans la matière et que la chimie explique. Ainsi, plusieurs plantes des marais renferment de la silice. L'*Arundo pragmites*, entr'autres, en contient dans son épiderme un tiers de son poids; les *Equiseutm* plus de la moitié. D'autres sont riches en résine, en soufre, en phosphore, en chlore. Dans le voisinage de la mer, des montagnes calcaires ou granitiques, des collines de sable, les vents et les courants d'eau font entrer dans les tourbières des sels, des parties terreuses et minérales; de même aussi les pluies et l'atmosphère y déposent des corps étrangers dont elles sont imprégnées.

A l'influence des agents étrangers sur la composition de la tourbe, nous devons ajouter celle de la compression, tant des couches supérieures de la tourbe qui pèsent sur les parties inférieures, que des couches de terre, de marne, de sable, etc., que l'air agissant sur les surfaces émergées, des accidents du sol ou des inondations accumulent au-dessus des dépôts tourbeux. Cette influence ne doit point passer inaperçue. Une compression forte et prolongée tend par la condensation de la matière à la faire passer plus vite à l'état de charbon de terre ou de lignite, en augmentant peut-être l'énergie des éléments minéralisateurs. Cette action s'observe d'une manière bien remarquable dans les lignites de la vallée du Locle, car vers les bords de cette vallée, là où ils sont recouverts d'une couche considérable de marne, ils n'ont guère que trois pouces d'épaisseur, tandis que dans le fond du vallon, sous quatre pieds de marne seulement, ils ont une épaisseur de six à sept pouces et n'ont pas perdu encore leur apparence tourbeuse. Ils tiennent le milieu entre la tourbe qu'on voit à découvert plus bas dans la vallée, dont la couche a une épaisseur d'environ huit pieds, et les lignites des bords.

Liebich a observé aussi l'influence de la compression sur la formation des lignites. « Il est possible, dit-il, que la température et la pression sous lesquelles la décomposition s'est effectuée, aient amené cette différence dans le mode de décomposition, car un morceau de bois qui présentait entièrement l'aspect et la texture du lignite de Laubach, et que j'avais fait séjourner pendant plusieurs semaines dans la chaudière d'une machine à vapeur, m'a donné une composition analogue à celle du lignite. L'altération s'est opérée dans l'eau dont la température était de 150 à 160 degrés et qui se trouvait sous le poids d'une pression correspondante. C'est à cette circonstance qu'il faut sans doute attribuer la faible quantité de cendres que le bois a laissée après la combustion et qui ne s'élevait qu'à 0,51 p%, c'est-à-dire, à un peu moins que celle du lignite de Laubach. »

Ainsi sont expliqués tous les phénomènes observés dans la formation de la tourbe ; toutes les circonstances dans lesquelles cette formation se rencontre. Car la chimie a une incontestable autorité quand elle s'exerce à décomposer les parties matérielles des êtres. Malheureusement, elle cherche à étendre plus loin son domaine ; mais il restera toujours dans les œuvres de la nature quelque chose d'insaisissable que les plus savantes analyses ne parviendront jamais à découvrir. L'essence même des êtres, la vie, n'appartient pas à l'œil de l'homme. Pressentie par son intelligence, elle ne livre à ses observations que de simples résultats. Ainsi donc peut-on dans la matière morte connaître les composés et souvent la cause de leur présence par les corps vivants qui se sont entassés pour la former. Mais là s'arrête le pouvoir de la science. Ceux qui veulent tout expliquer par l'affinité ou la répulsion des atômes, sont en chimie aussi loin de la vérité que les physiologistes qui, parce qu'une plante bien arrosée ne peut vivre sur le marbre, soutiennent qu'elle ne tire ses aliments ni de l'atmosphère ni de l'eau. Nous avons vu que certains végétaux, comme les prêles et les roseaux, contiennent beaucoup de silice ; d'où tirent-ils ce corps? car le sol dans lequel ils vivent peut n'en renfermer que de faibles proportions, puisque ces deux plantes prospèrent bien dans la tourbe. Il est des plantes, le chara, dont la décomposition ne produit qu'une matière sableuse analogue à la marne verdâtre qu'on voit sous la tourbe. Ces végétaux semblent donc composés presque essentiellement de sable qu'ils ne peuvent prendre au sol, du moins pas en totalité, puisque le tassement successif des débris semble augmenter l'épaisseur de la couche. Trouvera-t-on peut-être absurde cette opinion que de grands dépôts de sable peuvent avoir été formés par la végétation des characées? L'examen de ces plantes et de plusieurs autres fera admettre, je le crois, que plusieurs des couches de notre globe ont une origine presque entièrement végétale.

Je ne dis point ceci pour jeter le moindre discrédit sur les travaux de la chimie, de cette noble science qui abrite sous son drapeau les nombreuses sections de l'histoire de

la nature. Mais il fautf aire à chacun sa part et ne blâmer aucun effort, aucun travail, car il n'en est point d'inutile. Liebich reproche amèrement aux botanistes physiologistes leur méthode d'observation et repousse les conséquences qu'ils tirent de leurs recherches. Comme si le voile immense qui couvre le magnifique tableau des œuvres de Dieu pouvait être levé par un seul! Chacun ne vient-il pas à son tour en arracher un lambeau, et quelqu'un peut-il prétendre que ce qu'il a découvert sous sa main soit la plus belle portion de l'ensemble et mérite seul l'attention et l'admiration? Une seule chose doit être blâmée dans l'étude de l'histoire naturelle, c'est l'orgueil de ceux qui opposent leur faible intelligence à la Puissance infinie; de ces hommes qui, pour avoir découvert quelques-uns des secrets de la nature, cherchent à cacher sous la vanité de leur science, le Pouvoir en présence duquel tous les travaux de l'homme sont un néant.

CHAPITRE II.

HISTOIRE NATURELLE DES TOURBIÈRES DU JURA.

Il est toujours facile de distinguer au premier coup-d'œil les marais lacustres des marais émergés. Nous avons vu le caractère essentiel auquel on les reconnaît : c'est l'absence ou la présence des mousses hygroscopiques. Comme ces mousses doivent leur existence aux débris ligneux sur lesquels elles s'attachent ou qu'elles entourent de préférence, toutes les fois qu'un marais en croissance en sera couvert, on pourra être assuré, même alors qu'on ne voit pas d'arbres à la surface, que la matière recèle dans son sein ou des troncs ou des débris d'arbustes qui ont favorisé le développement de ces petits végétaux et l'élévation de la tourbe.

Le genre des *Sphagnum*, celui auquel on doit attribuer surtout la formation de la tourbe émergée, est essentiellement polymorphe. Les espèces, pour avoir entre elles une

grande ressemblance, varient cependant à l'infini, suivant les circonstances d'humidité au milieu desquelles le végétal est appelé à vivre. Elles semblent se ployer à toutes les exigences de l'habitat, et se modifier suivant qu'elles plongent dans les eaux profondes, dans les mares vaseuses de la surface, ou qu'elles s'élèvent au-dessus du niveau de l'eau. La seule condition nécessaire à leur existence, paraît être avec la présence du ligneux, une certaine quantité d'humidité absorbée par la couronne ou par la tige du végétal. Dès que cette humidité leur manque, elles se dessèchent et disparaissent.

Plusieurs botanistes distingués n'ont pas trouvé de caractères assez tranchés dans les *Sphagnum*, pour oser tenter une classification fixe; ils en ont donc fait une seule espèce avec un nombre considérable de variétés. Il est vrai que les nuances insensibles qui s'échelonnent entre les formes distinctes semblent au premier moment autoriser cette manière de voir. Cependant en examinant ces mousses sur le marais même, on peut se convaincre que telles espèces ne varient jamais, quelle que soit d'ailleurs la quantité d'eau où elles plongent, et qu'au lieu de modifier leurs formes locales, elles périssent quand les circonstances nécessaires à leur existence sont changées. Ceci bien reconnu, on sera forcé de rattacher les variétés à certains types primitifs et invariables, et d'admettre ainsi une nomenclature peut-être un peu plus étendue mais moins embarrassante que celle des auteurs qui ne reconnaissent que des variétés d'une seule forme.

En considérant les *Sphagnum* suivant leur mode de végétation, on peut d'abord les diviser en trois groupes nettement tranchés : ceux qui ne vivent qu'immergés; ceux dont la couronne est toujours au-dessus de l'eau; ceux enfin qui, participant aux deux natures, sont pour ainsi dire amphibies et ont pour la même espèce une forme aërienne et une forme immergée.

Le *Sphagnum cuspidatum* Ehrh appartient seul à la première classe et ne se rencontre qu'immergé. Suivant la profondeur de l'eau dans laquelle il plonge et l'espace qu'il a pour se développer, les rameaux s'étendent, les feuilles s'allongent plus ou moins, et il se produit une foule de nuances qui rentrent dans la variété β *plumosum* de Nees et H. On trouve très-souvent cette espèce en fructification dans les marais du Jura. Elle abonde surtout dans celui de Noiraigue où les fosses nouvellement creusées sont presque aussitôt envahies par ses innombrables ramifications. Vers le milieu de l'été, les tiges fructifères élèvent leur couronne à la surface de l'eau et alors la capsule mûrit et s'élève pour s'ouvrir à l'air, portée sur un pédicelle souvent très-long. Quand l'eau est peu profonde et que les tiges ne peuvent y plonger dans toute leur longueur, elles sont plus courtes et plus serrées les unes contre les autres, les fructifications sont presque sessiles au sommet des plantes et les feuilles sont très-rapprochées sur les rameaux. C'est alors le *Sphagnum acutifolium* var. β *capillifolium* de Ehrh.; nomenclature sans fondement,

car il est impossible de rapprocher cette forme de celle du *Sphagnum capillifolium*. Il sera facile de distinguer les espèces en suivant à l'œil les nuances transitoires depuis les plantes complétement immergées à celles qui, sur les bords des fosses, le sont de moins en moins.

C'est sur le *Sphagnum cuspidatum* surtout que doit se diriger l'attention des botanistes qui veulent étudier les dépôts tourbeux; car il importe d'en bien reconnaître le mode de reproduction, puisque c'est cette espèce qu'on doit de préférence établir dans les fosses après les exploitations, pour favoriser la reproduction de la tourbe.

Ce *Sphagnum* paraît se propager facilement au moyen de graines, car quand il est quelque part sur un marais, tous les lieux voisins couverts d'eau en sont bientôt envahis. Pour se faire une idée de l'énorme puissance de reproduction que la nature a accordée à ces mousses utiles, il faut examiner au microscope les graines contenues par millions [1] dans une seule capsule et voir avec quelle facilité les filaments et les tiges jetés dans les mares tourbeuses s'y étendent, pour les remplir en peu de temps de leurs jets innombrables.

Deux espèces de *Sphagnum* vivent toujours hors de l'eau, ou du moins n'y plongent que par la base de leurs tiges, car souvent ils paraissent tirer fort peu d'humidité du sol sur lequel ils sont implantés. Ce sont le *Sphagnum cymbilifolium* Ehrh. ou *latifolium* Hedw. et le *Sphagnum capillifolium* Hedw. Ces mousses, vivant en touffes extrêmement compactes, paraissent essentiellement destinées à envelopper dans l'humidité qu'elles tirent de l'atmosphère ou de l'intérieur du marais, les végétaux ligneux qui vivent et tombent à la surface et par conséquent à porter la croissance au-dessus du niveau de l'eau. Aussi les voit-on s'établir sur les tapis des végétaux qui paraissent au-dessus de l'eau. Cette transition est extrêmement curieuse a observer. Ce n'est point une métamorphose d'une même espèce; c'est un semis qui lève sur un sol préparé à le recevoir. Çà et là quelques touffes apparaissent d'abord sur les parties les moins humides, puis bientôt toute l'étendue disposée en est couverte, car les fructifications de ces ceux espèces sont si nombreuses que l'air doit être chargé de leurs graines et qu'ainsi elles se fixent naturellement partout où elles rencontrent un sol favorable à leur germination. Ces deux *Sphagnum* ont des formes très-tranchées et inaltérables. Soumis à une complète immersion, ils végétent quelque temps encore, mais si les tiges ne parviennent pas à élever leur couronne au-dessus du liquide qui les étouffe, elles dépérissent et disparaissent.

Le *Sphagnum tenellum* Pers. et le *Sphagnum compactum* Brid. peuvent vivre dans

[1] En calculant par le secours du microscope le nombre des graines contenues dans une seule capsule, j'en ai trouvé environ 2,691,000.

l'eau et hors de l'eau, et pour chacun de ces habitats, ils ont des formes un peu différentes. On les trouve cependant l'un et l'autre de préférence émergés. Le *Sphagnum tenellum* se suspend parfois au bord des fossés pleins d'eau et quand ses touffes plongent dans le liquide, il s'y étend en rameaux très allongés. Les feuilles sont alors plus éloignées les unes des autres, sans varier beaucoup dans leurs formes. J'ai recueilli dans les marais des Ponts de magnifiques exemplaires de cette variété curieuse dont les tiges avaient deux à trois pieds de longueur. Le *Sphagnum compactum* se montre ordinairement en touffes arrondies au-dessus des petits bassins peu profonds qui sont à la surface de nos marais. Quand l'eau monte et que les tiges sont submergées, ces touffes s'élèvent et leurs rameaux et leurs feuilles s'alongent un peu; mais ce travail ne peut s'étendre bien loin, puisque le *Sphagnum compactum* n'est jamais flottant.

Quant au *Sphagnum subsecundum* de Nees, il est certain qu'il ne constitue qu'une même espèce avec le *Sphagnum contortum* de Schultz; encore ne puis-je les admettre tous deux que comme des variétés du *Sphagnum tenellum,* modifiées par l'immersion. Ils habitent des flaques d'eau peu profondes à la surface des marais où, sous une influence qui me paraît morbide, ils prennent ordinairement une couleur noire ou brun sale.

Le *Sphagnum squarrosum* Pers. assez commun dans les tourbières de la Forêt-noire, n'habite pas celles du Jura.

Après les sphaignes, les mousses qui contribuent le plus à la formation de la tourbe et à son accroissement sont sans-contredit les innombrables formes du *Hypnum fluitans*, auxquelles je rapporte une foule de variétés du *Hypnum aduncum* L. et du *Hypnum revolvens* Swartz. On trouve même tant de nuances entre ces espèces et le *Hypnum lycopodioides* Dill., que parmi plusieurs centaines d'exemplaires de toutes ces mousses recueillis pour l'étude, il m'est impossible d'indiquer une ligne où la transition soit appréciable. C'est un vrai dédale que l'observation de ces espèces aquatiques, auxquelles chaque botaniste impose un nom; aussi je les range toutes sous le nom de *Hypnum fluitans*, en attendant la décision du plus célèbre des bryologues, de W. P. Schimper, qui seul pourra fixer les incertitudes. Ces mousses vivent dans les fosses très-humides ou s'étendent dans les eaux profondes, en attachant leurs racines sur les bords. Leurs innombrables rameaux s'élèvent vers la surface pour mûrir à l'air leurs capsules portées sur des pédicelles très-longs, et après la dissémination des graines, ils s'enfoncent et forment des feutres épais qui se tassent chaque année par la pression. Ces espèces de mousses se décomposent difficilement et on les trouve reconnaissables même dans des dépôts très-anciens. Aussi la tourbe qu'elles forment reste-t-elle toujours fibreuse et de médiocre qualité. — Le *Hypnum trifarium* W. et M. et le *Hypnum scorpioides* L. habitent

souvent de compagnie les marais très-humides où l'eau est peu profonde. Ils forment, le premier surtout, des couches assez puissantes, où se conservent dans leur intégrité et d'une manière très-marquable les formes primitives du végétal. J'ai plusieurs fois observé ces lits du *Hypnum trifarium*, à huit pieds de profondeur, dans lesquels cette mousse était aussi facile à déterminer que si les couches eussent été tant seulement comprimées et desséchées comme dans un herbier. Et cependant la tourbe superposée était compacte, noire, très-décomposée, et les restes des végétaux paraissaient détruits. Le *Hypnum scorpioides* L. ne vit pas seulement sur les marais tourbeux; il rampe sur les marnes humides au bord du lac de la Brévine et au Val-de-Travers. Le *Hypnum stramineum* Dicks. très-distinct du *Hypnum trifarium*, quoi qu'en disent plusieurs botanistes, les *Aulacomion palustre* Schw., *Meesia longiseta* Hedw., *Meesia tristicha* Br. et Schp. habitent aussi les parties très-humides de nos plus hauts marais jurassiques et contribuent toutes à la formation de la tourbe. La seconde de ces espèces est cependant la plus répandue. Elle se mélange souvent, dans les parties plus sèches des marais, aux *Polytrichum commune* L., *Polytrichum formosum* Hedw. surtout au *Polytrichum gracile* Mentz. ou *Polytrichum aurantiacum* Hoppe, pour former des tapis feutrés et ligneux d'une grande étendue et d'une épaisseur souvent de plus d'un pied, dont le détritus produit une terre légère ou la tourbe, suivant que les sphaignes s'en emparent et le recouvrent ou qu'il reste exposé au contact de l'air. Le *Polytrichum piliferum* Schreb. habite la surface desséchée des tourbières.

Après ces mousses, le *Dicranum Schraderi* W. et M. qui aime l'ombrage des pins; le *Dicranum cerviculatum* W. et M. qui s'attache à la tourbe mise à nu sur les coupes perpendiculaires des exploitations; le *Campylopus flexuosus* Brid. qui vit aussi sur la tourbe pure, mais dans les surfaces horizontales; le *Splachnum ampullaceum* L. qui étale sa magnifique végétation sur les fumiers des vaches, sont encore au nombre des espèces tout-à-fait tourbeuses. La *Paludella squarrosa* L. est fort rare dans le Jura; je ne l'ai rencontrée qu'une seule fois et sans fructifications à la Vraconne près de St-Croix.

Les mousses essentiellement tourbeuses, mais qui se rencontrent cependant dans les lieux humides quand même la tourbe ne s'y forme pas, sont: les *Hypnum cordifolium* Hedw., *Hypnum stellatum* Schreb., *Hypnum nitens* Schreb., *Meesia uliginosa* Hedw., *Bartramia fontana* Swartz, *Bryum nutans* Hedw., *Dicranum glaucum* Swartz. Les *Climacium dendroides* W. et M., *Hypnum cuspidatum* L., *Bryum pseudotriquetrum* Hedw., *Mnium punctatum* L, *Mnium affine* L, *Catharinea undulata* W. et M., habitent les prairies herbeuses et humides qui bordent les marais. C'est là aussi que j'ai rencontré très-rarement le *Bartramia marchica* Brid. Lorsque la surface des tourbières se dessèche, on y voit naître quelques espèces de mousses qui appartiennent au sol des forêts ou qui,

cosmopolites, vivent un peu partout : les *Hypnum splendens* L., *Hypnum Schreberi* Wild., *Hypnum crista castrensis* L., *Bryum argenteum* L., *Ceratodon purpureum* Brid., *Dicranum undulatum* Turn., *Dicranum scoparium* Hedw., *Funaria hygrometrica* Hedw. Ces mousses se mélangent aux lichens, aux *Cladonia rangiferina* Dc., *Cladonia subulata* Dc., *Lecidea icmadophylla* Ach., *Lecidea uliginosa* Achar., *Cenomice coccifera* Ach., et *Cenomice bacillaris*. Ach. Et alors le marais cesse de croître, car les lichens sont les vrais parasites de la mort et ils ne recouvrent guère que les surfaces menacées d'une prochaine décomposition. Aussi, quand ils paraissent en abondance sur les tourbières, c'est le moment favorable pour en faire l'exploitation et éviter ainsi une de ces époques de transition qui s'accomplissent très-lentement et où le travail de la nature emploie un temps fort long, dont la reproduction peut tirer un meilleur parti.

Trois hépatiques habitent les marais du Jura : le *Jungermannia sphagni*. Dicks, le *Jungermannia bidentata* L., qui sont mélangées aux sphaignes ; le *Marchantia polymorpha* L., qui se cache dans les fossés profonds creusés pour l'écoulement des eaux. On y rencontre aussi plusieurs champignons intéressans, entr'autres le *Geoglossum hirsutum* Pers., mais la matière charnue de ces végétaux parait tout-à-fait étrangère à la formation de la tourbe ; ils ne se trouvent d'ailleurs sur ce sol que par accident et par conséquent ne méritent pas une étude particulière.

Je voudrais pouvoir indiquer avec quelque certitude le rôle que jouent les conferves dans la formation de la tourbe. Si plusieurs auteurs, Crôme et Van Marum surtout leur attribuent une grande influence, j'ai dit déjà qu'il ne m'a jamais été possible d'observer dans les nombreux marais que j'ai visités, la moindre trace bien évidente d'un dépôt confervoïdes. Cependant, pour arriver à une conviction sur ce point, je n'ai pas négligé les recherches, sachant que les conferves qui couvrent et remplissent souvent de leurs filaments déliés les eaux tranquilles, ont une si grande ténuité, qu'une fois décomposées, on n'en voit plus aucune trace, si ce n'est peut-être un résidu limoneux et gras qui ressemble plutôt à la marne qu'à la tourbe. Quoiqu'il en soit, voici les espèces nommées par Crôme comme composant la tourbe, espèces qui vivent partout dans les eaux tranquilles, sans être particulières au sol tourbeux : *Conferva fugacissima*, *Conferva bullosa*, *Conferva setiformis*, *Conferva cristata*, *Ulva lubrica*, *Rivularia endiviæfolia*, *Nostoc flos-aquæ* Bory, auxquelles on peut ajouter les suivantes, que j'ai observées dans les marais du Jura : *Conferva nebulosa* Gral, *Conferva genuflexa* Roth, *Conferva jugalis* DC., *Conferva mutabilis* Roth, *Conferva reticulata* L., *Batrachospermum plumosum* Vauch, *Ulva intestinalis* L., *Oscillatoria viridis* Bory. Ce *Batrachospermum cœrulescens* Gen., a été observé par M. Mougeot dans les tourbières des Vosges.

Les espèces de la famille des prêles et de celle des fougères ne sont pas nombreuses sur nos marais tourbeux. Quelques-unes entrent cependant en assez grande abondance

dans la composition de la tourbe. Ainsi les fosses exploitées où la reproduction se fait avec le plus d'activité sont souvent habitées par l'*Equisetum palustre* L., et l'*Equisetum limosum* L., qui percent au travers des mousses. Sur la surface humide des tourbières rampe le *Lycopodium inundatum* L., et dans les parties plus sèches, on voit encore assez souvent les *Botrychium lunaria* L., *Blechnum spicant* DC., *Aspidium dilatatum* Sw., *Lycopodium selaginoides* L., et *Lycopodium clavatum* L.

Avant tous les végétaux phanérogames qui aident à la composition de la tourbe dans les hauts marais, nous nommerons les arbres et les arbustes dont le ligneux se consume ordinairement au milieu des dépôts tourbeux, dans un parfait état de conservation. Toutes ces espèces méritent une attention particulière, non-seulement par la quantité de matériaux qu'elles entassent dans la tourbe, mais surtout par les élémens antiseptiques, résines, bitume, huiles, etc., qui ont une si précieuse influence sur la qualité du combustible auquel ils sont mélangés. Ce sont d'abord les pins, en particulier le *Pinus pumilio* de Hænck, qu'on confond d'ordinaire avec le *Pinus sylvestris* L., et qui me paraît constituer une espèce distincte, autant par la forme des cônes plus arrondis que par sa stature beaucoup plus humble, et surtout par son habitat. Ce pin ne s'élève guère à plus de 20 pieds, sa hauteur moyenne est de 6 à 8 pieds. Il croit ordinairement en forêts assez épaisses, presque partout sur nos marais tourbeux et est d'autant moins haut que le sol est plus humide. Les sphaignes se plaisent à l'ombre de ces arbres, dont la présence paraît ainsi considérablement activer la croissance de la tourbe. Leurs débris se mêlent à la matière, parfois en si grande quantité que l'extraction de la tourbe, dans toute l'étendue de la couche, en devient fort difficile. On ne comprend donc pas comment Wiegmann a pu dire, page 16 de son ouvrage : « Qu'à la vérité, on rencontre souvent dans les vieilles tourbières des hauts marais, des troncs de pins qui par la force antiseptique de l'ulmine sont parfaitement conservés, mais qu'ils gisent toujours au fond des marais et qu'ils sont sûrement entrés dans la composition de la tourbe par quelque révolution locale, lors de la formation du dépôt dans lequel ils ont été conservés. » Ce paragraphe contient autant d'erreurs que d'idées, et il est une preuve évidente du peu de soin que l'auteur a donné à l'étude des marais tourbeux, tout en reportant son attention sur la composition chimique de la matière.

Après le pin vient le bouleau des tourbières auquel chaque botaniste donne un nom et qui ne me semble pas distinct du bouleau blanc *Betula alba* L. C'est le *Betula torfacea* de Schl., le *Betula pubescens* β *glabrata* ou β *alba* des Anglais, le *Betula odorata* de Bechstein, etc.; car ses formes sont très-variables suivant l'âge. Le nom n'y fait rien. Il paraît même avant le pin et croît dans l'eau même des fosses en reproduction, dès qu'un tissu solide de mousses s'est établi à la surface; mais il ne forme pas ordinairement de grands massifs ni des forêts et n'atteint pas une grande élévation. Ordinairement,

après dix ou vingt ans, il dépérit et tombe; la grosseur du tronc ne dépasse guère alors un demi-pied de diamètre. Sur les bords des marais, dans les lieux plus secs, il atteint des dimensions bien plus considérables. J'en ai vu dans la vallée de la Brévine dont le tronc avait trois pieds de circonférence. Dans le nord de l'Europe, ces arbres réunis en forêts très-épaisses ont formé, dans quelques marais, la masse presqu'entière du combustible. On voit dans le Danemarck des tourbières qui ne semblent composées que d'écorces de bouleau agglomérées et comme roulées les unes sur les autres. Dau, qui a décrit ces dépôts, pense que ces écorces ont été charriées par les eaux, depuis les hauteurs environnantes. Il est bien plus simple d'admettre que ces arbres ont crû sur place depuis des temps très-reculés et que la décomposition ayant eu plus d'action sur les fibres intérieures du bois que sur l'écorce qui contient beaucoup de tannin et de résine, il en est résulté cette pâte rougeâtre qui, dans ces tourbières, est interposée entre les feuillets des écorces. Les observations de Dau établissent ce fait d'une manière si claire, qu'on ne comprend pas comment il n'a pas donné l'explication de cette formation; car cet auteur a vu sur la surface de ces dépôts de grands bouleaux enfoncés à moitié dans la tourbe. « Les écorces en étaient intactes autour du tronc, l'intérieur était creux et rempli d'une terre de bois rougeâtre. »

Sous l'ombrage du bouleau blanc, rampe son frère de Sibérie, le *Betula nana* L., qui, avec le *Vaccinium uliginosum* L., *Vaccinium oxycoccos* L., *Erica vulgaris* L., *Andromeda polifolia* L., *Salix repens* L., *Salix ambigua* Ehrh., *Salix aurita* L., *Lonicera cœrulea* L., clot la liste des espèces ligneuses des tourbières. Le *Vaccinium myrtillus* L., et le *Vaccinium vitis-idœa* L., s'y rencontrent aussi, bien qu'ils n'appartiennent pas exclusivement au sol tourbeux.

Après les arbres et les arbustes viennent comme principal composant, les *cyperacées* et les joncées. L'*Eriophorum vaginatum* L. est sans contredit le plus abondant. Sa fibre ligneuse se conserve très-longtemps sans se décomposer. Aussi, partout où il se trouve sans mélange et en grande abondance, la tourbe est légère, peu compacte et de médiocre qualité. L'*Eriophorum alpinum* L. est très-commun sur les marais du Jura, aussi bien que l'*Eriophorum angustifolium* Roth. Ce dernier n'appartient pas exclusivement au sol tourbeux. Le genre si nombreux des carex occupe ensuite la plus grande place dans la formation de la tourbe. Nos espèces sont, en suivant toujours l'ordre de quantité: *Carex ampullacea* Good., *Carex panicea* L., *Carex stellulata* Good., *Carex leporina* L., *Carex limosa* L., *Carex davalliana* Sm., *Carex pauciflora* Ligt., *Carex pulicaris* L., *Carex chordorrhiza* Ehrh., *Carex heleonastes* Ehrh., *Carex filiformis* L., *Carex teretiuscula* Good., *Carex dioïca* L. Ces deux derniers sont très-rares. A ces espèces on peut ajouter les *Carex cæspitosa* L., et *Carex glauca* L., qui, très-abondans, forment surtout les gazons

qui bordent les tourbières et le foin qu'on en récolte. Le *Scirpus cæspitosus* L., est très-abondant sur les marais un peu secs; là où il y a plus d'humidité, paraissent les *Juncus obtusiflorus* Ehrh., *Juncus lampocarpus* Ehrh., *Juncus conglomeratus* L., qui entrent abondamment dans la composition de la tourbe; le *Juncus bufonius* L., vit dans les pâturages des bords des marais. Après les *Luzula multiflora* Lej. et *Schænus albus* L., qui sont plus rares, le *Blysmus compressus* Panx., qui habitent les tourbières gazonnées, paraissent quelques graminées: les *Phalaris arundinacea* L., *Molinia cærulea* Mœnch., *Agrostis canina* L., *Festuca ovina* L., *Festuca nigrescens* Lam., *Pragmites communis* Trin., et très-rarement la *Danthonia decumbens* DC.

Les plantes dicotylédones ne paraissent pas appropriées à la formation de la tourbe des hauts marais, à part cependant les arbres et les arbustes que nous avons nommés. On ne pourrait guère citer comme espèce ayant quelque influence sur cette production que les utriculaires: *Utricularia vulgaris* L., *Utricularia minor* L., *Utricularia intermedia* Hayne; car ces plantes habitent quelquefois en quantité les fosses où l'eau est profonde. On peut cependant y ajouter, comme phanérogames dicotylédones qui ne croissent que sur la tourbe, les *Drosera rotundifolia* L., *Drosera obovata* M. et K., *Drosera longifolia* L., *Comarum palustre* L., *Viola palustris* L., et plus rarement les *Scheuchzeria palustris* L., *Saxifraga hirculus* L., *Swertia perennis* L., *Galium uliginosum* L., et *Primula farinosa* L. Je n'ai trouvé l'*Arenaria uliginosa* qu'à la Vraconne près de Sainte-Croix.

C'est là, pour les phanérogames en général, une flore bien peu étendue. Cependant on pourrait à peine y ajouter quelques variétés d'espèces qui aiment l'humidité, mais qui n'appartiennent pas exclusivement au sol tourbeux. On trouverait ainsi dans les fossés pleins d'eau les *Glyceria fluitans* R. Br., *Sparganium natans* L., *Sparganium ramosum* Huds., *Potamogeton rufescens* Schrad., *Potamogeton obtusifolius* M. et K. habitant surtout le lac d'Étaillères, enfin les *Lemna*, toutes plantes qui appartiennent aux monocotylédones. Les *Stellaria uliginosa* M., *Stellaria glauca* L., *Ranunculus aquatilis* L., *Veronica anagallis* L., *Veronica Beccabunga* L., flottent dans les fossés herbeux qui bordent les marais. Quand le sol devient plus solide, on y trouve encore les *Carex vulpina* L., *Carex flava* L., *Orchis latifolia* L. var β *angustifolia*. *Epilobium palustre* L., *Polygonum persicaria* L., *Bidens cernua* L., *Veronica scutellata* L., et dans les parties où le marais est plus sec, le *Tormentilla erecta* L., *Pedicularis palustris* L., *Gentiana pneumonanthe* L. (rare), *Galium boreale* L., *Galium palustre* L., *Spergula saginoides* L., *Spergula nodosa* L., *Epilobium angustifolium* L., et *Spirea ulmaria* L.

Enfin, lorsque la culture et le pacage ont changé la nature du sol tourbeux pour le convertir en prairies, on y voit naître spontanément la plupart des plantes des champs humides et marécageux, tels que les *Anthoxanthum odoratum* L., *Agrostis vulgaris* L.,

Luzula campestris DC., *Luzula pilosa* Willd., *Rumex acetosella* L., qui est extrêmement abondante sur la tourbe cultivée, *Polygonum bistorta* L., *Valeriana dioïca* L., *Gnaphalium uliginosum* L., *Cineraria spathulæfolia* Gmel., *Cirsium palustre* Scop., *Cirsium rivulare* Jacq., *Cirsium oleraceum* Scop., *Taraxacum palustre* Dc.; *Pinguicula vulgaris* L., *Galeopsis tetrahit* L., *Myosotis cæspitosa* Schultz, *Caltha palustris* L., *Trollius Europæus* L., *Cardamine pratensis* L., *Parnasia palustris* L., *Alchemilla vulgaris* L., et *Sanguisorba officinalis* L.

Les dépôts tourbeux immergés ont été formés par une série de végétaux bien moins nombreux encore que celle des hauts marais, et l'on comprend en effet que les circonstances dans lesquelles la matière s'est élevée, n'aient permis qu'à la classe peu nombreuse des plantes qui ont leurs racines sous l'eau et leurs tiges émergées, de concourir à cette production. On n'aperçoit dans la tourbe des lacs aucune trace de filaments appartenant à la famille des mousses, si ce n'est peut-être le *Hypnum scorpioides* qui se montre encore ça et là à la surface des marais lacustres. Les *Chara* peuvent avoir eu une grande influence sur cette formation; mais je le répète, il ne m'a pas été possible de l'apprécier. Car si d'un côté j'ai trouvé au fond du canal du Landeron des touffes de Chara noircies et comme charbonnées, par conséquent rapprochées de la nature de la tourbe, de l'autre, j'ai vu ces mêmes plantes dans le lac d'Etaillères soumises à une décomposition toute particulière, dont le dernier terme peut être une matière sableuse.

C'est encore aux végétaux monocotylédones qu'appartiennent la plupart des espèces reconnaissables dans la tourbe des lacs, ainsi que les plantes qui vivent maintenant dans les circonstances où l'on peut supposer que se produit la tourbe sous-aquatique. Sur les bords de nos lacs jurassiques, c'est sans contredit le *Scirpus lacustris* L. qui est le composant principal de la tourbe dans laquelle on le trouve aplati, en couches souven tépaisses.

Après lui viennent en proportions variables, suivant les localités, les *Equisetum limosum* L., *Phragmites communis* Trin., *Arundo epigeios* L., *Carex paludosa* Good., *Carex riparia* Curt., *Carex vesicaria* L., *Carex panicea* L., *Carex paniculata* L., *Carex vulpina* L., *Scirpus palustris* L., *Scirpus uniglumis* L., *Scirpus bœothryon* Ehrh., *Scirpus Rothii* Hop., *Juncus obtusiflorus* Ehrh., *Acorus calamus* L., *Iris pseudoacorus* L., *Typha latifolia* L., *Sparganium simplex* Huds., *Sparganium ramosum* Huds., *Potamogeton natans* L., *Potamogeton lucens* L., *Alisma plantago* L., *Sagittaria sagittæfolia* L., les *Lemna*, les *Callitriche*. Si l'on ajoute à ces espèces pour les dicotylédones les *Nymphæa alba* L., *Nuphar lutea* Sm., *Rumex hydrolapathum* Huds., *Polygonum amphibium* L., *Polygonum hydropiper* L., *Littorella lacustris* L., *Hydrocharis morsus-ranæ* C., *Hottonia palustris* L., *Thysselinum palustre* Hoffm., *Œnanthe fistulosa* L., *Phellandrium aquaticum*

L., *Sium latifolium* L., *Sium angustifolium* L., *Hydrocotyle vulgaris* L., *Ranunculus aquatilis* L., *Ranunculus lingua* L., *Ranunculus flammula* L., *Cochlearia armoriaca* L., *Nasturtium amphibium* R. Br., *Hippuris vulgaris* L., et enfin les *Myriophyllum*, on aura à-peu-près la liste complète des plantes qui peuvent avoir concouru à la formation de la tourbe lacustre et cela en quantité proportionnelle au ligneux qu'elles contiennent. Ce sont du moins toutes celles qu'on rencontre en plus ou moins grande abondance dans les fosses creusées dans les tourbières immergées.

Les végétaux qui croissent maintenant à la surface de ces marais recouverts de sable, de marne ou d'humus ne peuvent avoir eu, on le comprend, aucune action sur la production de la tourbe. Nous les nommerons cependant, autant pour établir une série d'après laquelle on puisse comparer les flores étrangères que pour ne rien omettre dans la botanique des marais tourbeux. Ainsi sur les grands marais du Seeland, où paissent les troupeaux, et sur les parties dont la culture n'a pas changé la végétation on trouve : les *Agrostis vulgaris* Wilh., *Phragmites communis* Tr., *Molinia cærulea* Mœn., *Festuca rubra* Leers., *Festuca arundinacea* Schr., *Carex cæspitosa* L., *Carex vulpina* L., *Carex acuta* L., *Carex vesicaria* L., *Carex intermedia* Good., *Carex Oederi* Ehrh., *Carex flava* L., *Carex glauca* Scop., *Carex hirta* L., *Schœnus nigricans* L., *Schœnus ferrugineus* L., *Eriophor. angustifolium* Roth., *Juncus obtusiflorus* Ehrh., *Junc. lampocarpus* Gaud., *Luzula campestris* D. C., *Orchis palustris* L., *Orchis latifolia* L., *Triglochin palustre* L., *Alisma plantago* L., *Salix capræa* L., *Rhamnus frangula* L., *Inula salicina* L., *Senecio paludosus* L., *Cirsium palustre* Scop., *Cirsium rivulare* Jacq., *Cirsium oleraceum* Scop., *Scrophularia aquatica* L., *Gratiola officinalis* L., *Lycopus arvensis* L., *Scutellaria galericulata* L., *Teucrium scordium* L., *Myosotis strigulosa* Reich., *Symphytum officinale* L., *Galium palustre* L., *Selinum carvifolia* L., *Silaus pratensis* Ben., *Thalictrum flavum* L., *Nasturtium sylvestre* R. B., *Viola lactea* Sm., *Hypericum quadrangulum* L., *Euphorbia palustris* L., *Spiræa ulmaria* L., *Ononis arvensis* L., et *Lathyrus palustris* L.

En jetant un coup-d'œil général sur cette flore des tourbières, on est en effet frappé de l'extrême disproportion avec laquelle les familles végétales y sont représentées. Dans la seule famille des mousses, trente-cinq espèces concourent à la génération de la tourbe. Si l'on y joint les hépatiques, les conferves, les fougères et les prêles, on aura plus de cinquante espèces de cryptogames composant les dépôts tourbeux émergés. A mesure qu'on remonte l'échelle végétale, on voit que parmi les phanérogames, trente-six espèces de végétaux monocotylédones et seulement une vingtaine de dicotylédones entrent dans la composition de la tourbe. Et si l'on retranchait de ces derniers les arbres et les arbustes, il ne resterait guère pour les dicotylédones qu'une dizaine d'espèces. Encore serait-il impossible de prouver qu'elles aident essentiellement à la formation de la matière, puisque

leurs restes y sont toujours invisibles. On ne voit en effet dans la tourbe aucune trace des *Drosera*, des *Utriculaires*, pas même de la *Scheuchizeria palustris*, qui d'ailleurs est fort rare. La même observation peut s'appliquer aux tourbières immergées.

On voit par-là qu'il n'y a aucun fondement dans cette idée soutenue et répétée par plusieurs naturalistes, que les mousses ne peuvent former la tourbe. Le tissu ligneux de ces plantes et leur fréquence, autorisent une conclusion toute contraire. Et ce que nous avons aperçu de l'organisation de quelques-unes de ces mousses, fait présumer que dans la vie des plantes cryptogames se cachent encore de curieux phénomènes qui nous sont inconnus. Cette partie de la botanique, négligée par les physiologistes, mérite d'être étudiée avec soin. Car on trouvera sans doute dans ces petits végétaux quelques nouveaux éléments, quelques produits secrets dont l'homme saura tirer parti pour ses besoins.

Nous n'avons nommé pour les marais lacustres aucun végétal particulier au sol tourbeux et qui ne vive que là où se forme cette matière. C'est qu'il n'existe, en effet, aucune plante phanérogame immergée, dont la décomposition ait toujours pour résultat la formation de la tourbe. Ceci mérite toute notre attention, car on est forcé d'en conclure que dans les circonstances favorables, dans les eaux tranquilles et basses, là où il n'a ni courant ni action d'éléments dissolvants, le ligneux des plantes se conserve toujours sous l'eau pour former la tourbe; que partout au contraire où ces circonstances n'existent pas, le ligneux est disséminé ou décomposé et ne s'entasse pas en couches combustibles.

On s'est souvent appliqué à trouver la raison de la présence de ces végétaux ligneux réunis sur les marais tourbeux. Il est curieux, en effet, lorsqu'on examine la liste des plantes que nous avons donnée, de rencontrer partout parmi les phanérogames des lieux humides, des joncs, des roseaux, des laiches, des rubanniers, toutes plantes à feuilles longues, dures et coupantes, qui renferment une bien plus grande quantité de ligneux que les espèces qui croissent partout ailleurs, et parmi les cryptogames, des mousses formées de ces mêmes fibres ligneuses pour plus de moitié de leur poids. N'est-ce pas là une nouvelle preuve de cette admirable harmonie qui préside à toutes les œuvres de la nature. Partout où l'eau reste immobile et croupissante, il se fait un dégagement plus considérable de gaz carbonique. Le ligneux étant composé de carbone et des éléments de l'eau, si, comme Liebich me semble l'avoir prouvé d'une manière convaincante, les plantes tirent tout leur carbone de l'atmosphère, il faudra nécessairement voir dans la présence des végétaux qui habitent les marais une compensation au dégagement des gaz qui s'opère à leur surface, et dans la composition de ces plantes un résultat nécessaire de leur immersion dans une atmosphère plus chargée de gaz carbonique. Sans doute les formes mêmes des végétaux sont en rapport intime avec leur mode de nutrition;

mais c'est là une question à laquelle il serait hasardeux de toucher maintenant et sur laquelle les travaux de la botanique et de la chimie n'ont encore jeté aucun jour.

Si je ne nomme pas ici les espèces de plantes qui ont formé les tourbes marines, c'est qu'il ne m'a jamais été possible d'examiner moi-même cette formation, et que j'ai pu me convaincre souvent à combien d'erreurs donnent lieu les observations qui sont faites ou sur la surface des marais tourbeux ou dans leur voisinage, et combien il importe de reconnaître avec certitude les restes des plantes encore visibles dans la tourbe, pour bien étudier le composant (1). Aussi la plupart des auteurs qui ont admis comme plantes tourbeuses, celles qui croissent à la surface des marais, quand ils se sont déjà recouverts d'une couche de terre ou de sable, ont-ils plutôt une catégorie de végétaux qui aiment l'humidité fournie par la tourbe que la liste de ceux qui y entrent comme composants.

La comparaison des plantes de nos marais avec celles des diverses contrées de l'Europe, ne serait pas d'une bien grande utilité, d'après ce que nous venons de dire. D'ailleurs la flore des tourbières est à-peu-près partout la même. Vers le nord apparaissent en plus grande abondance quelques mousses rares dans le Jura : la *Paludella squarrosa*, et surtout les *Splachnum*; quelques arbustes changent quant à l'espèce. Notre *Erica vulgaris* L., est remplacée par l'*Erica tetralix;* on voit surgir avec les *Airelles,* l'*Arbutus uva-ursi* L., l'*Empetrum nigrum* L., qui, dans notre Jura, ne croissent que dans les lieux très-élevés et sur un sol non tourbeux. Le *Sedum palustre* et le *Myrica gale* L. ne croissent pas en Suisse.

Pour compléter l'histoire naturelle de nos marais tourbeux, il serait bon de nommer en passant les principaux mollusques qui y vivent et dont les débris s'y retrouvent parfois en très-grande quantité. Il est en effet des tourbes marneuses qui renferment tant de coquilles, qu'on ne peut qu'avec peine les brûler. Les espèces qu'on observe dans les tourbes de nos lacs sont les mêmes que celles qui vivent encore à la surface du sol ou que la vague rejette sur les sables du bord. Les *Hélices*, les *Clausilies*, les *Lymnées*, les *Planorbes*, les *Mulettes*, etc. Les tourbières des montagnes du Jura sont habitées par une petite espèce de bivalve, le *Pisidium fontinale* Pf. qu'on trouve parfois en quantité attachée aux tiges immergées des *Mœsia* et des *Sphaignes*. J'en ai même observé dans les vésicules d'une petite espèce d'Utriculaire qui rampe dans le limon des marais de la Vraconne (2).

(1) On cite le *Zostera marina* comme composant essentiel des tourbes marines dans plusieurs localités. Dans d'autres et particulièrement dans le nord de la Hollande, c'est le *Fucus digitatus*. Les *Glaux*, les *Salicornes* croissent en général à la surface de ces marais.

(2) Cette Utriculaire est certainement une nouvelle espèce, mais comme je n'en ai pas pu voir encore la fleur, je ne puis en donner la description.

A ces coquilles, on pourrait joindre la nomenclature des insectes qui habitent les fosses tourbeuses. Si les espèces de coléoptères y sont nombreuses, aucune n'appartient exclusivement au sol tourbeux. Ainsi les *Colymbetes*, *Diticus*, *Gyrinus*, vivent dans toutes les eaux tranquilles. La présence de ces animaux, ainsi que celle des mollusques dans la tourbe, est suffisante pour expliquer comment il se fait que la chimie ait reconnu dans cette matière des corps qui ne peuvent provenir que de la décomposition animale, comme l'ammoniac. Mais l'énumération de toutes les espèces serait à-peu-près inutile pour la connaissance de ces combustibles souterrains, à la formation desquels les plantes seules ont concouru.

CHAPITRE III.

GÉOGRAPHIE DES MARAIS TOURBEUX.

La géographie des tourbes a été jusqu'à ce jour tout-à-fait négligée. Aucun auteur, à ma connaissance, ne s'en est occupé d'une manière un peu sérieuse; cependant il y a des observations très-intéressantes à faire : 1° sur la situation des marais tourbeux, suivant les différentes contrées où on les trouve; 2° sur leurs rapports avec la forme des continents, la direction des fleuves et leurs sources; 3° sur leur propre température interne et leur influence sur la température et l'humidité de l'air. Ce sont là trois questions essentielles qui méritent d'être examinées séparément. Je n'ai certes, aucune prétention de faire passer mes idées comme neuves. Je désire seulement qu'elles aient assez de valeur pour fixer l'attention et diriger les recherches des naturalistes plus favorisés que je ne le suis, vers un sujet qui est digne d'occuper la science. De nombreux voyages, des observations thermométriques répétées partout sur les marais tourbeux, des sondages et des observations géologiques, pourront seuls et à la longue fixer exactement la géographie des tourbières et résoudre les problèmes qu'elle présente encore.

SECTION PREMIÈRE.

Situation des marais tourbeux et leur influence sur les formes continentales.

Un fait que nous avons déjà entrevu, et qui paraît être général, c'est le rapport qui existe entre l'étendue et la profondeur des dépôts tourbeux et la température et l'humidité atmosphérique des contrées où ils se trouvent.

En Europe, la région des tourbières s'étend depuis le revers septentrional des Alpes et des Pyrénées, jusqu'aux latitudes du nord où cesse la végétation des plantes ligneuses. C'est donc vers le 45me ou 46me degré de latitude qu'on commence à voir paraître les dépôts tourbeux; plus bas, vers le sud, on n'en rencontre jamais; car les exceptions que l'on peut citer dans les contrées plus méridionales sont quelques marais situés sur des montagnes dont la température est égale à celle des pays plus septentrionaux. C'est ainsi que dans le midi de la France on ne voit plus de tourbe que sur les montagnes. On trouve des dépôts tourbeux dans les hautes vallées des Pyrénées. Celles des Alpes en sont remplies jusqu'à une hauteur de 8000 pieds.

Dans l'hémisphère méridional, la région des tourbes occupe absolument les mêmes limites que dans l'hémisphère boréal. Darwin rapporte qu'on ne trouve pas de tourbe dans l'île de Chiloe, par 41° à 42° de latitude méridionale, quoiqu'il y ait beaucoup de marécages; du moins n'y rencontre-t-on pas de substance bien caractérisée de cette nature, tandis qu'elle commence à être très-abondante dans les îles des Chonos, trois degrés plus bas, vers le sud. C'est dans les Iles Malouines par 52° de latitude sud que les dépôts tourbeux se montrent avec le plus d'étendue et de puissance. A cet égard, il y a un rapprochement curieux à faire avec ce qu'on observe en Irlande, où sous une même latitude, au nord, et à température moyenne égale, on rencontre aussi la plus grande quantité de marais tourbeux. L'Irlande, comme les îles Malouines n'est en réalité qu'une vaste tourbière.

En dehors des zônes froides et tempérées, il n'y a nulle part de véritable tourbe. Wiegmann dit qu'on en a observé près de Diamette; mais elle n'a jamais été décrite. Ce sont sans doute des combustibles minéraux composés d'une substance analogue aux bitumes fossiles qu'on trouve si abondamment en Syrie, ou peut-être des lignites. Les tourbes du Brésil ne sont autre chose que d'énormes amas d'excréments d'oiseaux ou d'autres animaux [1]. Ainsi les Guanagues, espèce de gazelles qui vivent en grandes

[1] C'est par inadvertance sans doute que Wiegmann place les iles Malouines sous la zone torride.

troupes dans les plaines de l'Amérique du sud, ont la singulière habitude de déposer leurs excréments dans le même endroit. Il en résulte d'énormes tas de crotins que les Indiens brûlent et qu'on a parfois confondus avec la tourbe (1). On trouve de semblables dépôts, de 50 à 60 pieds d'épaisseur et d'une étendue considérable, aux îles de Chinche, près de Pisco sur les côtes du Pérou, et dans plusieurs autres parties de l'Amérique du sud, telles que Ilo, Izo, Arica, etc. M. de Humboldt, dans son célèbre voyage aux régions équinoxiales, a observé des ilots habités par une innombrable multitude d'oiseaux, surtout des Hérons et des Flammands, dont les excréments entassés et mélangés peut-être à quelques débris de végétaux, donnent une matière combustible qu'on peut extraire à une grande profondeur (2).

La température moyenne la plus favorable à la formation de la tourbe est de + 6° à 8° centigrades. C'est la température de l'Irlande et des îles Malouines; c'est encore la température de nos hautes vallées jurassiques, où les dépôts sont si nombreux et parfois si profonds. A mesure qu'on arrive dans des contrées plus froides, où l'activité de la végétation diminue, les marais tourbeux gagnent en étendue mais deviennent de moins en moins profonds; et cela se conçoit lorsqu'on sait combien la chaleur active la décomposition des végétaux, et combien au contraire le froid la ralentit. Il n'y a dès lors rien d'étonnant que la tourbe ait pu se produire dans les contrées méridionales.

Ce coup-d'œil jeté sur l'ensemble de la géographie des marais tourbeux, prouve évidemment que la température de notre globe n'a pas subi de changement ou du moins ne s'est pas réchauffée depuis l'époque des derniers dépôts diluviens. Quelques naturalistes, se fondant sur la présence dans les pays du midi de certaines espèces de coquilles fossiles qu'on ne trouve plus vivantes que vers le nord, ont soutenu le contraire. Je ne veux point combattre ici, on le comprend, les théories d'un savant compatriote sur le transport des blocs erratiques, transport qui a pu se faire dans des temps antérieurs à la formation de la tourbe; mais il est certain que si la température de l'Ecosse, par exemple, avait dû descendre jadis, comme on le prétend, jusqu'aux îles de Madère, on trouverait quelque part, dans le midi de l'Europe, des dépôts tourbeux contemporains de cette époque où la température était moins élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Les marais tourbeux s'étendent sur les rives basses des mers et des lacs, au bord des fleuves et des rivières, au fond des vallées, et quelquefois sur les pentes et les sommets

(1) D'Orbigny.

(2) Ceci serait une preuve de plus que l'absence d'air préserve le ligneux, et lui conserve sa propriété combustible.

des montagnes. En France, ils ont formé les rivages de la mer, à l'embouchure de plusieurs rivières, surtout dans les landes de Bordeaux entre la Seudre, la Charente et les deux Sèvres; vers l'embouchure de la Loire, où se trouve le grand marais de Montoire qui a plus de cinquante lieues de tour; à l'embouchure de la Seine, et partout où les attérissements des fleuves laissaient sous une eau peu profonde des terres dont la végétation s'est emparée; partout où ces dépôts formaient dans l'intérieur des bassins où les mouvements des eaux de la mer ne se faisaient pas sentir. Plusieurs parties des rivages de l'Angleterre, de l'Ecosse et de l'Irlande se sont ainsi élevées par la formation de la tourbe sur toutes les côtes basses. Mais c'est surtout dans les Pays-Bas, sur les rivages de la mer du Nord que la croissance de la tourbe a enlevé aux eaux de la mer la plus grande étendue de sol. Toute la Hollande est assise sur la tourbe, et les sondages qui ont été faits dans ce pays pour trouver de l'eau douce, ont prouvé que la matière tourbeuse s'est toujours formée quand les attérissements ont atteint une hauteur assez grande pour que la végétation ne fût plus immergée trop profondément. A Amsterdam, un sondage fait en 1605 a traversé les couches suivantes[1]:

51 pieds de sol tourbeux et sablonneux.
22 » sable des dunes et argile bleuâtre.
14 » sable pur.

Des puits creusés dans les environs de Rotterdam indiquent les couches suivantes:

le 1er 20 pieds de tourbe mêlés d'argile.
15 » d'argile légère et blanchâtre.
2 » d'argile tenace.
le 2me 20 » de tourbe mêlée d'argile.
14 » d'argile légère et blanchâtre.
18 » de tourbe mêlée d'argile.
14 » d'argile compacte.
4 » d'argile blanchâtre.
le 3me 12 » de limon.
6 » de terre rougeâtre.
4 » de tourbe mêlée d'argile.
1 » de terre brune.
2 » au travers d'un tronc de sapin.
14 » d'argile bleue.

C'est là le sol qui s'étend presque sans interruption depuis le Zuiderzée jusqu'à

(1) De Luc, pag. 307.

l'embouchure de l'Elbe, sur une largeur qui a souvent plus de vingt-cinq lieues. L'Oweryssel, la Drenthe, la Frise orientale et la Frise occidentale, Groningue, Osnabruck, Oldenbourg et Brème ; tous ces gouvernements populeux et riches, toutes ces campagnes que l'homme a fertilisées et qu'il a couvertes de villes commerçantes et de nombreuses habitations, ont été peu à peu conquises sur le domaine des mers par la lente et insensible croissance de la tourbe.

La presqu'île du Jutland, placée entre la mer du Nord et la mer Baltique, offre partout sur ses rivages de grandes étendues de sol tourbeux. Des golfes qui pénétraient dans l'intérieur des terres ont été séparés peu à peu du bassin de la mer par des amas de sable, et se sont comblés totalement ou en partie par l'accumulation des dépôts tourbeux. Les lacs de Snodstrup et de Store, au nord-est de Rœskilde (Holstein) sont déjà comblés sur une immense étendue ; le centre seul reste encore à découvert ; mais l'espace où la surface de l'eau est encore visible se rétrécit chaque année (1). Les bords du Grubersee, dans le même pays, sont couverts de prairies établies sur la tourbe, et au milieu on voit s'élever une grande quantité de petites îles couvertes de roseaux qui vont achever de combler ce golfe où des vaisseaux naviguaient encore il y a 400 ans (2).

Les îles et les rivages de la mer Baltique sont aussi couverts d'immenses dépôts de tourbe. L'île de Seeland (Danemark) en a environ 20,000 arpents ; la surface de l'île de Bornholm en est presque entièrement formée. On peut donc dire avec raison que les contrées du nord-ouest de l'Europe doivent une bonne partie de leur territoire à la formation de la tourbe.

Partout où les fleuves s'étendaient jadis très au large, où leur cours irrégulier inondait de vastes plaines, le même phénomène a eu lieu. La croissance de la tourbe a élevé sur les eaux de très-grandes étendues d'un sol maintenant fertile, que le laboureur sillonne de sa charrue et où paissent ses nombreux troupeaux. La géographie de l'Europe avait, avant que la tourbe se fût formée, une grande ressemblance avec celle de ces pays nouveaux découverts dans l'hémisphère austral. On y voyait, comme dans la Nouvelle Hollande, de larges nappes d'eau dont le cours incertain allait se perdre au milieu des forêts de joncs et de roseaux. Telles étaient en France la Somme, près d'Amiens ; la rivière d'Essonne, entre Corbeil et Villeroi ; l'Oise, l'Aisne, l'Aronde, la Bresle, la Minette, dans la vallée d'Aumale, l'Authie, l'Ourck, pendant un espace de plus de douze lieues ; la Vesle, depuis Fismes jusqu'à Rheims, la Sarthe, la Seine, entre Rouen et Laudebeck ;

(1) Dau.

(2) Dau.

car ces rivières traversent maintenant de grandes plaines tourbeuses qu'elles couvraient jadis. La tourbe s'est élevée ; elle a resserré leurs lits dans de justes limites ; elle a régularisé leur cours vagabond ; elle a enfin construit, sur les bords, des digues puissantes qu'aucun effort ne peut renverser. En Suisse, les vastes plaines du Seeland ont été formées de cette manière. En Allemagne, le Verse, l'Elbe, le Danube, la Vistule traversent aussi de vastes dépôts tourbeux. Et partout où les rivières serpentent dans des plaines basses et peu élevées au dessus du niveau des eaux, on est presque sûr que ces plaines reposent sur la tourbe. Il existe ainsi sans doute une grande quantité de dépôts tourbeux qui nous sont encore inconnus, et dont il sera difficile de tirer parti, puisque pour les exploiter, il faudrait établir à leur place des digues artificielles et perdre un terrain productif.

Ne pourrait-on pas répéter ici, à propos du niveau des eaux en général, ce que nous avons dit au sujet de la température de l'air, savoir que la formation de la tourbe sur les rivages de la mer et sur les bords des fleuves prouve que depuis la dernière inondation générale, depuis que l'eau est rentrée dans ses bassins naturels, il n'y a pas eu dans la masse liquide de variations prolongées et générales, et que son niveau est resté partout à-peu-près le même.

Enfin les dépôts tourbeux se rencontrent dans les hautes vallées et quelquefois même sur le sommet des montagnes. Et ici, le but de la nature est encore bien visible dans son admirable sagesse. Au fond de quelques vallées où les eaux venaient se réunir dans des bassins trop peu profonds pour qu'elles pussent être soustraites à la corruption, la tourbe s'est établie. Elle a changé ces mares fétides non plus en prairies fertiles, mais en énormes amas de combustible. Et à mesure que les besoins de l'homme le forçaient à détruire les forêts, elle les a remplacées, ces forêts, par des magasins d'une matière aussi précieuse que le bois, où l'habitant des montagnes puise les moyens de lutter contre les intempéries, les frimats des longs hivers.

Les tourbières émergées ont ordinairement une puissance, une épaisseur bien plus grande que celle des dépôts immergés. Le mode de croissance que nous avons expliqué donne la raison de cette différence, puisque l'eau qui sert à l'alimentation des hauts-marais se puisant essentiellement dans l'atmosphère, les circonstances favorables à leur croissance ont une durée bien plus longue. Il y a des tourbières émergées qui ont une profondeur de 30 à 40 pieds, et il en est qui forment de véritables montagnes au dessus des plaines où elles se sont établies. La température la plus favorable à la formation de cette classe de dépôts, est une température moyenne de 5 à 8 degrés ; on les trouve fort rarement par une moyenne qui dépasse +10. Toutes les contrées occidentales de l'Europe jusqu'à la Pologne, renferment des marais tourbeux de cette

catégorie, quand le climat se rapproche de cette température; et ces dépôts sont plus ou moins vastes et profonds, suivant l'humidité de l'atmosphère. Ainsi les montagnes et les vallées de l'Irlande, les chaînes de l'Europe centrale, les Cévennes, les Vosges, le Jura, la Forêt-Noire, les Alpes même renferment de ces marais tourbeux émergés, dont un grand nombre sont encore inconnus. Le Jura neuchâtelois seul possède environ 6675 poses de hauts-marais dont la profondeur varie de six à vingt-cinq pieds. Les seules tourbières des Ponts, qui couvrent presque toute la vallée de ce nom, ont une étendue de plus de 4,500 poses, sur une profondeur qui varie de sept à dix-huit pieds. La vallée de la Brévine a près de 1,700 poses de marais tourbeux disséminés en dépôts séparés par les ondulations du sol. Mais il est rare que dans notre Jura tout calcaire la tourbe se forme au sommet des montagnes, comme cela a lieu dans les montagnes granitiques ou plutoniennes.

SECTION DEUXIÈME.

Influence des marais tourbeux sur la formation des sources.

Parmi les nombreux dangers que cause le déboisement des montagnes, on a signalé comme l'un des principaux la diminution des sources et de l'humidité du sol, qui se fait remarquer partout où de grandes forêts ont été détruites. Chacun peut voir sur les pentes et dans les vallées de notre Jura des torrents à sec au bord desquels tombent en ruine les moulins abandonnés que leurs eaux faisaient jadis mouvoir. Les forêts, on le sait, attirent les nuages et les vapeurs de l'atmosphère, les condensent et, sous leur ombrage, conservent l'humidité, réservoir des sources permanentes.

Les dépôts tourbeux des hautes vallées jouent le même rôle et d'une manière plus évidente encore. Ce que nous avons dit de la vie et de la végétation des sphaignes a prouvé comment ces mousses absorbent les vapeurs de l'air, pour s'en nourrir d'abord, et pour donner au ligneux l'humidité qui doit le soustraire à l'action de l'air et modifier sa nature. Mais cette absorption des mousses hygroscopiques est plus considérable qu'il ne le faut pour maintenir la croissance des marais; car on voit s'échapper de tous les dépôts tourbeux émergés sans exception, de petits ruisseaux qui se réunissent pour former des rivières ou qui se jettent dans les entonnoirs dont les marais sont ordinairement bordés, du moins dans nos montagnes du Jura. Ces eaux extravasées réunies dans des bassins souterrains reparaissent dans les vallées inférieures en sources limpides que les plus grandes chaleurs de l'été ne peuvent tarir. Tous nos marais tourbeux du Jura fournissent ainsi, directement ou indirectement, des cours d'eau proportionnés à leur étendue; et comme les tourbières s'élèvent ordinairement en dôme

au milieu des vallées, on voit souvent les ruisseaux qui en sortent aux deux extrémités s'en aller dans des directions différentes arroser des contrées très-éloignées. Ainsi le marais des Verrières (Jura) laisse d'un côté couler ses eaux vers le Doubs qui les porte au Rhône, tandis que de l'autre il les dirige par un entonnoir vers la Reuse, qui les porte au Rhin.

Toutes les rivières un peu marquantes du Jura sortent des marais tourbeux. L'Orbe a sa source dans ceux de la vallée du lac de Joux, le Doubs dans ceux des environs de Pontarlier. La Reuse jaillit sous des rochers, au fond du Val-de-Travers; mais il est bien prouvé qu'elle arrive là par des conduits souterrains depuis le lac d'Etailliers et le grand entonnoir de la Brévine; car lorsque de violents orages passent sur la vallée, la Reuse se grossit et se trouble quelques heures après. Cette rivière elle-même reçoit les eaux du Butte qui sort des tourbières de la Vraconne et de la Chaux de Sainte-Croix; du Bied de Couvet, qui descend du petit dépôt tourbeux des Sagnettes; de la Noiraigue enfin, qui apporte des marais des Ponts ses eaux encore noires et chargées de parcelles tourbeuses. En poursuivant cet examen, on verrait ainsi toutes les principales sources jaillir des dépôts tourbeux; et je ne doute pas que les mêmes observations ne puissent se faire dans toutes les chaînes de montagnes peu élevées de l'Europe septentrionale. D'innombrables ruisseaux descendent des collines tourbeuses de l'Irlande pour se jeter dans la mer, et tous les voyageurs qui se sont arrêtés aux îles Malouines, ont été frappés de la quantité de torrents, de rivières, qui sillonnent le sol de ces îles. Les recherches géographiques arriveront tôt ou tard à démontrer, j'en ai la conviction, que les dépôts tourbeux sont dans les montagnes peu élevées ce que les glaciers sont dans les Alpes, qu'ils prennent à l'atmosphère l'eau qu'ils gardent dans leur sein et qu'ils distillent goutte à goutte pour en arroser les prairies et les vallées inférieures. Comme d'immenses éponges, ils recueillent les eaux des orages, celles des neiges qui s'entassent à leur surface et sur les pentes voisines, et ils en règlent la distribution. Et s'il en est ainsi, ne devra-t-on pas envisager la destruction des tourbières émergées comme nuisible et dangereuse, et ne trouvera-t-on pas qu'il est du devoir des gouvernements et dans leurs droits de veiller à la conservation d'un sol auquel l'intérêt de tous est attaché. Car après l'anéantissement de ces marais tourbeux, il ne restera aux hautes vallées que des champs stériles et un froid glacial, contre lequel l'homme n'aura plus aucun moyen de lutter, tandis que les vallées inférieures auront des ravins desséchés pendant la saison chaude, qui à chaque orage se changeront en torrents impétueux et destructeurs.

Dans les Alpes, les dépôts tourbeux sont souvent situés dans de petites vallées arrosées par les eaux qui jaillissent des glaciers supérieurs. Il paraît que là ce n'est plus

de l'humidité de l'atmosphère qu'ils s'alimentent, puisqu'ils sont formés de mousses qui s'imbibent par immersion, telles que le *Hypnum fluitans*; mais leur croissance paraît arrêter, ralentir le cours impétueux de ces torrents de montagnes et leur enlever une surabondance de liquide plutôt dangereuse que favorable aux vallées inférieures.

C'est ici le lieu de dire un mot encore de l'hygroscopicité des mousses qui forment la tourbe, surtout des sphaignes.

Cette propriété qu'ont certains corps de s'emparer de l'eau ambiante, se remarque dans un grand nombre de corps organisés. De Candolle, dans sa physiologie végétale, fait observer que plusieurs parties des végétaux sont, comme les cheveux, les fanons de baleine, douées d'une hygroscopicité assez grande pour qu'on ait pu s'en servir à mesurer la quantité d'humidité contenue dans l'atmosphère. Il remarque encore que le tissu végétal est d'autant plus hygroscopique, qu'il est moins chargé de molécules étrangères à sa nature. Sous ce rapport, les sphaignes doivent être assimilés aux matières les plus simples, puisque, comme nous l'avons dit, ce sont les seuls végétaux de leur famille qui ne contiennent pas de clorophylle.

Cependant l'hygroscopicité extraordinaire de ces mousses ne me semble pas être uniquement le résultat de leur composition matérielle; elle m'a paru, autant que j'ai pu en juger par les observations microscopiques, se combiner avec une seconde force d'absorption qui réside dans la forme des cellules de la plante, et qui n'est plus un phénomène de simple capillarité. La marche ou ascendante ou descendante du liquide dans les sphaignes, sera donc différente suivant que ces végétaux seront vivants ou desséchés. Dans le premier cas, le liquide semble traverser l'intérieur même de la plante en passant d'une cellule à l'autre; dans le second cas, il s'étend d'abord à la surface extérieure, et s'en empare plus ou moins rapidement, suivant le rapprochement des feuilles et des rameaux entre lesquels il se glisse. Ce dernier fait est une capillarité externe, car les feuilles isolées sans contact avec d'autres sont très-lentement pénétrées par l'humidité. Ainsi, dans la plante vivante, où les deux actions sont simultanées, il se fait par ce double phénomène une absorption qui se continue non-seulement jusqu'à ce que la plante soit saturée, mais jusqu'à ce que les corps étrangers qui la touchent aient subi cette saturation à un égal degré [1].

La quantité d'eau absorbée par les sphaignes est naturellement proportionnée à l'état hygrométrique de l'atmosphère. Une touffe desséchée, pesant 3 deniers 12 grains, a absorbé pendant une nuit brumeuse 7 grains d'eau. Je pourrais ajouter ici les chiffres

[1] Nous avons vu que les sphaignes, une fois saturés, laissent échapper l'eau par petites goutelettes par la surface de leurs feuilles.

de nombreuses observations faites pendant une année entière sur des mottes de sphaigne que j'avais arrachées des marais; mais ces chiffres ne prouveraient rien, puisque j'ai pu me convaincre que ces mousses, hors du marais, perdent leur force d'aspiration interne et ne se comportent plus comme dans leur état naturel. Dans toutes mes expériences, j'ai toujours trouvé l'évaporation, par un temps serein, beaucoup moins rapide et moins abondante que l'absorption par la partie inférieure du végétal. Une touffe de sphaignes de 22 pouces de surface environ, haute de 4 pouces et demi, pesant desséchée 1 once 21 deniers, a été mise dans un vase ayant au fond un trou de demi-pouce de diamètre. Par cette ouverture, les sphaignes ont absorbé, en 2 heures 3 minutes, 17 onces et demie d'eau, dans la progression suivante:

1)	3 onces	12	deniers en	7	minutes.
2)	3 »	12	»	8	»
3)	3 »	12	»	18	»
4)	3 »	12	»	30	»
5)	3 »	12	»	60	» humidité à la surface
6)	3 »	12	»	en 7 heures.	Saturation complète.

On voit que j'ai ajouté toujours une même quantité d'eau en observant exactement le temps nécessaire à la pénétration dans le vase des sphaignes. Cette même touffe saturée, exposée à l'air pendant 36 heures n'a perdu que 5 onces d'eau par l'évaporation.

Pendant les jours brumeux et couverts, les plantes saturées n'ont rien perdu de leurs poids; pendant la pluie, les touffes se sont saturées par la surface d'une quantité d'eau plus grande que celle qui est tombée dans un vase d'une même étendue. Ainsi en deux jours, le 9 et le 10 septembre 1842, l'udiomètre a reçu 32 onces d'eau, les sphaignes, par une surface égale 39. L'absorption des mousses hygroscopiques est donc, on le voit, sans aucun rapport avec leur évaporation. Mais ceci tient à une question qui mérite d'être examinée séparément.

SECTION TROISIÈME.

Influence des marais tourbeux sur la température et la salubrité de l'air.

Une des grandes raisons qui ont été mises en avant par ceux qui voudraient voir les marais tourbeux anéantis et transformés en prairies, est celle-ci: c'est qu'ils jettent dans l'atmosphère une grande quantité de vapeurs, que cette vaporisation ne peut se faire sans enlever à l'air une portion de son calorique, et par conséquent sans réfroidir la température d'un climat où, comme il arrive dans nos montagnes, les céréales sont exposées à être détruites par la gelée pendant les nuits du printemps et même

au milieu de l'été. C'est encore, a-t-on dit, parce que les exhalaisons malsaines des marais tourbeux produisent des épidémies et abrégent ainsi la durée de la vie de l'homme.

Pour prouver que l'évaporation des sphaignes doit produire un abaissement de température, on a attaché à la boule d'un thermomètre des touffes de ces mousses imbibées d'eau, et on les a soumises à l'action de l'air. Il y a eu naturellement rapide évaporation et le thermomètre s'est abaissé de plusieurs degrés au-dessous de la température de l'air. Mais cette expérience très-simple peut se répéter sur toute espèce de matière humectée, et la conclusion qu'on en tire contre les tourbières me paraît par conséquent dénuée de fondement.

En effet, en expérimentant de cette manière, on opère sur un cadavre, mais on ne tient aucun compte de la vie végétale. L'évaporation de l'eau dans les sphaignes vivants est, ainsi que l'absorption, un phénomène analogue à l'ascension des sucs dans les végétaux phanérogames. A ceux qui l'ont envisagé comme effet de simple capillarité, De Candolle répond par cette seule raison que la sève monte dans les plantes qui vivent dans l'eau, et qu'elle ne monte pas dans les végétaux morts. Ceci sera donc important à reconnaître pour diriger les observations thermométriques, car alors les expériences devront être faites sur les marais mêmes, si l'on veut qu'elles soient concluantes.

En admettant même que l'évaporation des sphaignes soit considérable, il n'y aurait rien en cela qui méritât l'anathème qu'on est si disposé à lancer contre les marais tourbeux. Ne sait-on pas que tous les végétaux abandonnent à l'air une grande partie de leur humidité. Les physiologistes rapportent de nombreuses expériences de cette évaporation des plantes qui, par exemple, pour un chou de moyenne grosseur, peut aller jusqu'à 19 onces par jour. Si cette évaporation refroidit les végétaux, il est clair que le calorique nécessaire est enlevé à la plante même, et s'il y a congelation ou gelée blanche, c'est par le contact des vapeurs avec les corps froids, et non point par l'abaissement de la température de l'air. Ce phénomène a été parfaitement expliqué par les travaux du docteur Wells. Despretz, après Hales, a fait cette observation que les végétaux doivent être considérés comme autant de syphons, qui tirent de la terre une énorme quantité d'eau, qu'ils déversent ensuite dans l'atmosphère par la transpiration de leurs feuilles; qu'ils tempèrent ainsi les chaleurs de l'été et diminuent le froid de l'hiver d'environ 4 degrés Fahrenheit. De ceci nous pouvons conclure: ou bien que les sphaignes ont une évaporation considérable qui jette dans l'atmosphère des vapeurs plus chaudes que l'air froid des nuits, puisque par l'absorption interne ils se saturent d'un liquide à une température assez élevée, que ces vapeurs peuvent d'ailleurs par leur densité empêcher le rayonnement, seule cause de la gelée dans les temps sereins;

ou bien que ces mousses ont une évaporation analogue à celle des autres végétaux, et alors il n'y a rien à arguer contre les mousses des marais en particulier.

Mais je vais plus loin, et je soutiens que l'évaporation des sphaignes est loin d'être aussi considérable que celle des autres végétaux, ce que j'attribue à leur faculté absorbante. J'ai pris sur le marais une touffe de ces mousses d'une grosseur égale à celle d'un chou ordinaire. On observera que par l'immense quantité de feuilles qui se recouvrent tout le long des rameaux du sphaigne, cette surface se multiplie à l'infini; de sorte qu'en la mesurant approximativement, on aurait une étendue bien plus considérable que celle que présenterait le développement total d'un chou. Une seule tige du *Sphagnum cymbifolium* L. présente au contact de l'air par son sommet vingt rameaux au moins, sur chacun desquels j'ai compté une quarantaine de feuilles. Comme chacune de ces feuilles recouvre à moitié la supérieure, admettons qn'il n'y ait qu'une surface d'un sixième de ligne carrée par feuille, qui soit mise à nu, nous aurons pour la couronne d'une seule tige un pouce carré. Dans la touffe dont je parle, il y a plus de 1,800 de ces tiges et par conséquent une surface de plus de douze pieds pour les feuilles supérieures seulement. Cependant, ce ne sont pas les seules qui soient exposées au contact de l'air; les rameaux au-dessous de la couronne percent partout. Or, dans les circonstances les plus favorables à une évaporation rapide, exposée même au soleil pendant une moitié de la journée, cette touffe de sphaignes n'a perdu que 6 onces d'eau en vingt-quatre heures, c'est-à-dire un tiers seulement de ce qu'un chou aurait perdu dans le même espace de temps. Par un temps couvert, la déperdition des sphaignes en vingt-quatre heures n'a été que de 12 deniers.

Ces résultats sont en parfaite concordance avec les observations de M. Adolphe Brogniart, qui dit (1) : « Si l'on expose à l'air libre des organes ou des végétaux dépourvus d'une véritable cuticule comme le sont les feuilles des plantes immergées dans l'eau, ou celles des végétaux cellulaires, on voit une déperdition d'eau très-variable dans son intensité suivant les espèces. Les feuilles des plantes qui vivent habituellement dans l'eau, perdent en général avec une grande rapidité celle que leur parenchyme renferme » (ce que M. Ad. Brogniart attribue à l'absence de la cuticule). « Ce phénomène se présente même dans la plupart des cryptogames aquatiques. Mais dans quelques-unes de celles-ci et dans plusieurs cryptogames aériennes, la déperdition est extrêmement lente, comme on le voit dans les mousses, dans certains fucus, dans les champignons coriaces et surtout dans les lichens. Cette lenteur de déperdition, malgré l'absence de toute véritable cuticule, paraît tenir soit à ce que les cellules des cryptogames plus in-

(1) *Mémoire sur les fonctions des feuilles.* Annales des sciences naturelles, décembre 1830.

timément soudées que celles du parenchyme des feuilles ordinaires laissent moins de passage à l'eau pour s'évaporer, soit parce que dans plusieurs cas, les couches extérieures sont assez serrées pour jouer le rôle de cuticule ou d'épiderme, soit enfin par suite de quelque disposition hygrologique du tissu. »

A ces observations dont il est impossible de ne pas tirer des conclusions tout opposées à celles des adversaires de nos marais tourbeux, j'ai voulu joindre des expériences positives, et j'ai fait de jour, de nuit, dans toutes les circonstances atmosphériques, des observations thermométriques sur nos tourbières. Elles ont confirmé en tout point cette opinion, que les dépôts tourbeux ne sont point une cause de réfroidissement pour les hautes vallées. En voici les résultats les plus essentiels.

Sous l'influence des rayons solaires, les sphaignes par suite de la direction et de la forme de leurs feuilles, s'échauffent extraordinairement à leur surface, de sorte que souvent la température de l'air étant à + 18° ou 20°, le thermomètre, dont la boule seulement plongeait dans les mousses, marquait au soleil + 40 et 45°. En général, la température de la surface des sphaignes est à l'ombre la même que celle de l'air, dans ses moyennes journalières, c'est-à-dire que, pendant que l'air se réchauffe, de 6 heures du matin à 3 heures après midi, la température des mousses est un peu moins élevée. Elle l'est au contraire davantage dans la période décroissante de l'air, depuis 3 heures de l'après-midi à 1 heure de la nuit. A la profondeur d'un ou deux pouces, la température des sphaignes est presque toujours la même que celle de la surface de l'eau.

Pour observer les variations de température pendant la nuit, j'avais choisi près de Bémont un petit marais au sud de l'auberge du Cerf. (1) Vers le nord, à dix minutes de distance, se trouve une petite vallée inférieure, dans laquelle il n'y a ni dépôt tourbeux ni cours d'eau. Je pouvais donc disposer les instruments pour comparer la marche de la température dans ces deux localités. Les observations les plus marquantes par l'abaissement subit de la température ont été celles du 24 juillet 1842. On me permettra de les rapporter en détail.

Dans la vallée de la Brévine, le maximum de la température de l'air avait été pendant la journée de + 18°; à 5 heures du soir sur une colline, à un quart de lieue du marais + 10°; sur le marais même + 12°. Les sphaignes à la surface indiquaient + 15°;

(1) J'ai trouvé chez le propriétaire, M. Nicolas Grether, avec la plus bienveillante hospitalité, tous les secours que je pouvais désirer pour ces recherches. Non-seulement il m'a plusieurs fois accompagné dans mes courses nocturnes et pénibles, qui n'avaient pour lui aucun intérêt direct; mais il m'a souvent aidé dans des opérations difficiles, avec une intelligence et un zèle dont j'aime à le remercier encore ici.

à 1 pouce de profondeur + 15°; à 3 pouces + 14°; la surface de l'eau à 1 pouce + 13°. A 7 heures ciel très-pur, air parfaitement calme.

Soir.	Air sur le marais.	Air dans la vallée.	Surface des sphaignes boule immergée.	Surface de l'eau.
7 h^res	+ 7°	+ 6°	+ 14°	+ 12°
8 »	+ 6°	+ 3°	+ 11,50	+ 10°
10 »	+ 4°	+ 2,50	+ 10,75	+ 9,50
11 »	+ 2,50	+ 2°	+ 9,50	+ 9°
Matin.				
12 »	+ 2°	+ 1,75	+ 9°	+ 8,75
2 »	+ 1°	+ 0,75	+ 8,25	+ 8,
4 »	+ 2°	+ 2°	+ 8°	+ 7,50

A cette heure toutes les plantes sont couvertes de gelée blanche, sur le marais et hors du marais. La partie la plus élevée des *ramules* du sphaigne l'est aussi, mais il est impossible d'apprécier la vraie température de cette surface, puisque mon très-petit thermomètre, quand la boule touche la surface congelée, descend à + 1°, tandis que si la boule est à peine immergée, il s'élève à + 8°. Cette congélation de la surface ne dépasse pas un quart de ligne d'épaisseur. Les feuilles des airelles, des bouleaux et des autres végétaux sur le marais et hors du marais font aussi descendre le thermomètre à + 0,5°, quand la boule y repose. A 9 heures du matin, l'air étant à + 13 au soleil, cette surface des sphaignes, qui à 5 heures portait encore des traces de gelée blanche suspendue à ses feuilles supérieures, avait déjà une température de + 24°.

Ces expériences sont assez concluantes, et il est inutile, ce me semble, d'ajouter à ces chiffres aucune réflexion.

Les observateurs que je combats ont fait encore un autre raisonnement tout aussi peu fondé, et qui prouve comment un fait superficiellement examiné peut donner lieu aux plus graves erreurs et tromper facilement ceux qui jugent sur les raisonnements d'autrui, sans se donner la peine du contrôle. On a observé à la fin du mois de mai sur le marais un bloc de tourbe qui était encore congelé. On a comparé la température de l'air pendant plusieurs semaines, et l'ayant trouvée en moyenne bien au-dessus du point de congélation, on en a conclu que si ce bloc était encore à la température de la glace, c'était parce que l'évaporation rapide de la matière avait abaissé cette température et qu'ainsi *le marais, dans son ensemble, était une cause de refroidissement.*

Il n'y a pas même en ceci apparence de logique et cette conclusion est contraire aux plus simples notions de la physique. On sait en effet que les corps n'ont pas tous le même degré de conductibilité du calorique; il serait dès lors absurde de prétendre qu'ils

doivent se plier à toutes les variations atmosphériques. Or de tous les corps, le charbon est le plus mauvais conducteur du calorique, et la tourbe, comme matière très-voisine du charbon, a à peu près le même degré de conductibilité. Il est vrai qu'on ne possédait pas jusqu'ici d'expériences concluantes à cet égard. J'ai essayé de combler cette lacune, en faisant des observations sur les couches même des marais tourbeux. J'ai pendant plus d'une année observé tous les quinze jours la température interne des dépôts tourbeux jusqu'à la profondeur de 10 à 12 pieds. Je me bornerai à en donner ici les deux progressions extrêmes.

15 avril 1842. Marais de Bémont à l'ouest du lac d'Etaillères. Le lac est encore couvert d'une couche de glace d'un pied d'épaisseur. L'humus est gelé à 1 ½ pied de profondeur; la tourbe sous la neige à 1 ½ pouce seulement. Température de l'air + 3°,50 à l'ombre [1].

Tourbe à ½	pied de	profondeur	+ 3°
1	»	»	3°
2	»	»	3°, 50
3	»	»	4°
4	»	»	4°, 50
5	»	»	5°
6	»	»	5°, 40
7	»	»	5°, 90
8	»	»	6°, 30
9	»	»	6°, 70
10	»	»	7°

Dans les exploitations de l'année précédente, les coupes perpendiculaires tournées au nord qui n'avaient point été recouvertes par la neige avaient gelé à 11 pouces de profondeur. C'était la plus grande épaisseur de tourbe congelée pendant toute la durée de l'hiver, et cela, il faut bien le remarquer, sur une surface nue et hors de l'action des rayons solaires. La congélation de la surface ne pénétrait pas à plus de 5 pouces.

15 septembre 1841. Même localité. Température à l'ombre + 15°,60, surface des sphaignes + 29°.

Tourbe à ½	pied de	profondeur	+ 15°
1	»	»	14°
2	»	»	13°

[1] J'ai déjà dit que je dois beaucoup à mes amis. C'est l'un d'eux, M. le professeur Guyot, à Neuchâtel, qui, en me procurant d'excellents thermomètres, m'a fourni les moyens de faire ces recherches avec toute l'exactitude nécessaire. Les degrés sont centigrades.

Tourbe à 3	pieds de	profondeur	+ 12°
4	»	»	10°, 75
5	»	»	9°, 50
6	»	»	9°
7	»	»	8°, 50
8	»	»	8°
9	»	»	7°, 50
10	»	»	7°

D'où il résulte, comme le prouvent d'ailleurs les observations de toute une année, que la température invariable est dans les tourbières de nos hautes vallées à 10 pieds de profondeur. Cette température diminue à mesure qu'on pénètre plus avant dans les couches tourbeuses; du moins j'ai trouvé le 15 juillet 1842, à 15 pieds de profondeur, dans les marais de la Vraconne près de Sainte-Croix, la température abaissée à + 2°. Mais je ne puis établir aucune échelle fixe pour la température au-dessous de 10 pieds. Il ne m'a pas encore été possible non plus de mesurer comparativement la température du sol de la vallée à une certaine profondeur. On sait qu'en Europe la couche du sol où la température est invariable est à 40, 60 et même 80 pieds.

A Zurich, à 6 pieds, le maximum est de 15°,2, le minimum de 5°,5, suivant les observations de M. Ott.

A Edimbourg, à 8 pieds, le maximum a été de 10°,0, le minimum de 5°,6, d'après les observations de M. Fergusson pour 1816.

A Strasbourg enfin, les observations de M. Herrenschneider ont donné à 15 pieds un maximum de 11°,25, un minimum de 5°,62.

Cette température invariable de la tourbe à la profondeur de 10 pieds indique évidemment la température moyenne de la vallée où gît le dépôt. Des observations très-exactes et très-suivies faites au Locle depuis 1834 (1) donnent pour moyenne de ce lieu + 7°,72, ce qui doit faire admettre + 7° pour la vallée de la Brévine un peu plus élevée et plus froide. Voici quelles sont, au Locle, les moyennes des mois correspondants aux observations que j'ai faites sur les marais.

1841	septembre	+ 14°,25
	octobre	+ 5°,56
	novembre	+ 3°,76
	décembre	+ 2°,53

(1) Ces observations ont été faites et sont continuées avec le plus grand soin par M. L. G. Jacot-Descombes, qui a bien voulu me les communiquer.

1842	janvier	– 4°,61
	février	– 2°,61
	mars	+ 4°,31
	avril	+ 7°,37
	mai	+ 12°,20
	juin	+ 16°,92
	juillet	+ 15°,53
	août	+ 17°,51

Que prouvent ces observations, sinon que la tourbe est un mauvais conducteur du calorique, que par conséquent un bloc de ce combustible peut rester dans un état de congélation, quoique exposé pendant quelque temps à une température plus élevée de l'air, sans qu'on puisse en conclure que les tourbières sont une cause de réfroidissement des vallées où on les trouve.

Il est bien constaté maintenant que les marais tourbeux en croissance n'ont aucune influence pernicieuse sur la salubrité de l'air. Je dis les marais en croissance, car la végétation absorbe le gaz acide carbonique développé à la surface des dépôts. Il en est tout autrement quand les marais sont desséchés et mis en culture. Ce fait avait déjà été affirmé par Sprengel et par Rennie. On sait, en effet, que des colonies ont été établies sur la tourbe au Hanovre, et que là, non-seulement les hommes vivent, mais qu'ils y jouissent d'une parfaite santé, que leurs forces se conservent, et que leur sang est aussi beau que celui de tout autre peuple. — Dans notre Jura, des recherches statistiques sur la longévité dans les diverses localités, ont établi que toutes les populations voisines des hauts marais ont une vie moyenne plus longue que dans plusieurs parties de notre pays où il n'y a pas de tourbe. Il y a, au milieu même du marais des Ponts, une maison isolée, dans laquelle habitent trois générations d'une même famille. Tous ces gens-là sont très-sains, très-robustes, et n'ont jamais vu de médecin. Est-ce pour cela peut-être qu'ils vivent si longtemps?

L'eau des tourbières élevées n'est point malsaine; le goût en est un peu fade; il a quelque analogie avec celui des champignons. J'en ai moi-même souvent bu de fortes doses sans en éprouver la moindre incommodité. Parfois même j'ai avalé le liquide contenu dans les sphaignes, en le faisant jaillir par compression, et je n'en ai pas même éprouvé du dégoût [1]. Enfin, chacun peut s'assurer que plusieurs espèces de poissons vivent dans l'eau des tourbières, le brochet, la tanche, etc.; ce fait seul est une preuve que ce liquide ne renferme aucune substance malsaine ou dangereuse.

[1] On dit que, dans les temps de disette, les Islandais font du pain en mêlant les sphaignes avec un peu de farine.

Le préjugé subsiste cependant, et il ne sera pas sans doute déraciné de sitôt. Car, pour excuser son égoïste incurie, l'homme s'applique à trouver aux œuvres de Dieu un côté faible, défectueux ou nuisible. D'ailleurs nous le savons tous, il est très-difficile de persuader ceux qui ont pour eux la raison la plus opiniâtre, celle de l'intérêt.

CHAPITRE IV.

RAPPORTS ENTRE LES DIVERS COMBUSTIBLES MINÉRAUX.

On ne me blâmera pas, sans doute, de terminer ce travail en jetant un rapide coup-d'œil sur les rapports qu'ont entre eux les divers combustibles minéraux, la tourbe, les lignites, la houille, l'anthracite et les bitumes: car c'est une question sans cesse agitée par les géologues, que celle de la formation de ces substances si précieuses, que les plus savantes recherches n'ont pu encore suffisamment expliquer.

La première difficulté, devant laquelle ont échoué tous les efforts des observateurs, c'est une classification exacte des matières. De même que dans plusieurs dépôts tourbeux on arrive par des transitions insensibles de la tourbe la moins dense à la matière la plus compacte, ainsi passe-t-on de la tourbe aux lignites, des lignites à la houille, de la houille à l'anthracite, par des nuances insaisissables, au milieu desquelles il est impossible de fixer des lignes d'arrêt. Ne trouve-t-on pas, au fond de certains dépôts ourbeux, les végétaux passés à l'état de lignite? J'ai cité la couche de tourbe du Locle qui, à mesure qu'elle s'amincit sous des marnes plus épaisses, devient dure, fragile, à cassure brillante, de telle sorte qu'elle semble se rapprocher plutôt de la houille que de la tourbe. Plusieurs véritables dépôts ligniteux sont envisagés par ceux qui les exploitent comme de véritables tourbières; et de même des lignites prennent chez certains géologues le nom de houille, et ne se distinguent de cette matière que par les terrains

dans lesquels on les trouve. « Les affleurements des couches de houille des grands bassins du Hainaut offrent, jusqu'à plusieurs mètres au-dessous du sol, le combustible dans un tel état de décomposition, que ce produit ressemble à peine au charbon fossile. M. Drapier le considère comme une espèce de lignite, et le range sous ce nom dans la distribution méthodique des combustibles du Hainaut [1]. »

Enfin la houille et l'anthracite sont souvent confondus. Parfois les couches de houille passent à l'anthracite dans leur prolongement. Cela se remarque en Angleterre et dans les mines de Creuzot, où l'on exploite dans la même couche d'un côté de la houille, et de l'autre l'anthracite.

La chimie est impuissante aussi pour établir dans la série des combustibles minéraux des groupes distincts, auxquels on puisse rattacher les espèces. Les travaux de Liebich prouvent en effet que ces substances ont la même composition, et qu'elles ne diffèrent que par la proportion de leurs éléments. Le ligneux des végétaux soumis à la lente décomposition qui le modifie quand il est soustrait à l'action de l'air, finit par passer à l'état de charbon. Cette matière étant inaltérable, l'effet de la compression et le mélange des parties minérales doit avoir nécessairement pour résultat une condensation prolongée, qui amène enfin une véritable pétrification, sans détruire les éléments combustibles. Entre les deux points extrêmes, le principe et le dernier terme de ce travail de la nature, il n'y a pas de repos, de halte possible, et par conséquent rien de fixe, pour baser une classification. Si même les lignites paraissent avoir été totalement ou presque entièrement soustraits à l'action de l'air, par la superposition de couches étrangères, il n'en est pas moins vrai que leur formation est due à la même cause; car on trouve par l'analyse que dans le travail de leur décomposition, les éléments de l'acide carbonique se sont séparés du bois, soit seuls, soit simultanément avec une certaine quantité d'eau. « Tous les lignites, dit Liebich, quelles que soient les localités d'où ils proviennent, renferment plus d'hydrogène que le bois, et moins d'oxigène qu'il n'en faut pour former de l'eau avec cet hydrogène; ils se sont donc tous formés par un seul et même mode de décomposition. L'hydrogène du bois y est resté tel qu'il était, ou bien il s'est accru d'une certaine quantité venue du dehors; mais l'air a été intercepté, et c'est ce qui a empêché la destruction du carbone par l'oxigène. Le ligneux soumis à une espèce de pourriture humide et impreigné de matières résineuses et terreuses, est donc la matière essentielle des lignites. Il existe cependant toujours pour ce corps combustible une cause de décomposition, c'est la présence de l'air, qui, bien qu'en petite quantité, ne peut être entièrement intercepté. Il agit sur les couches supérieures, en produisant une

[1] Pelouse, père.

véritable combustion lente; de sorte que les lignites perdent ainsi de l'hydrogène, tout en formant de l'acide carbonique ([1]). Ils tendent donc à se rapprocher de la nature des houilles.

« On trouve, en effet, en examinant les analyses des chimistes anglais, que les parties combustibles de la houille représentent exactement le ligneux dont se seraient séparés de l'acide carbonique et une certaine quantité de carbures d'hydrogène à l'état de gaz oléfiant, de gaz des marais ou d'huile combustible. En retranchant de la composition du ligneux 3 atomes de gaz des marais, 3 atomes d'eau et 9 atomes d'acide carbonique, on obtient la composition du *splint-coal* de Newcastel et du *cannel-coal* de Lancashire. Le développement continuel du gaz des houillères, qui se compose d'un mélange variable de gaz des marais, de gaz oléfiant, d'azote et d'acide carbonique prouve d'une manière incontestable que dans la houille même il existe une cause de décomposition qui tend à effectuer une séparation de l'hydrogène sous forme de gaz ou de composés carburés. Arrivée à un certain terme, la houille doit donc se transformer en anthracite. »

Quoiqu'il en soit, l'on est maintenant assez généralement d'accord sur ce point, que la tourbe, les lignites et la houille doivent leur origine à un enfouissement de végétaux. Cette opinion est en effet justifiée d'abord par les empreintes de végétaux que renferme le terrain houiller. Les lames de houilles et surtout les schistes qui recouvrent les dépôts conservent des empreintes d'une quantité de plantes qui ont été reconnues et déterminées. On trouve souvent au milieu des couches de houille des troncs d'arbres, des palmiers, qui ont conservé leur forme, bien qu'ils aient pris la structure et l'éclat du charbon végétal.

On peut également invoquer en faveur de cette opinion l'autorité de la chimie qui, comme nous l'avons vu, reconnaît dans toutes ces matières le même élément, le carbone, principe essentiellement végétal. Un célèbre expérimentateur anglais, M. Hatchett a même reconnu que les substances bitumineuses doivent leur origine à la résine des végétaux, modifiée par l'action de quelque principe minéralisateur. En analysant un bois bitumineux du Devonshire, nommé *bovey-coal*, il l'a trouvé composé d'une fibre ligneuse à l'état de semi-carbonisation, imprégnée de bitume et d'une petite portion d'une résine tout-à-fait semblable à celle que contiennent un grand nombre de végétaux récents. Cette fibre n'est encore qu'en partie et imparfaitement convertie en charbon fossile; après ce ligneux, c'est la résine qui, dans les végétaux passant à l'état

([1]) Les gaz qui dans les mines de lignites menacent la vie des ouvriers, ne sont pas, comme dans les autres mines, inflammables et combustibles; ils se composent seulement d'acides carboniques. (Liebich.)

de minéralisation, résiste le plus longtemps et le plus puissamment à toute altération. Lorsque ce changement a lieu, elle se convertit en bitume. M. Hattchett a appuyé son opinion par l'analyse d'une substance particulière qu'on rencontre avec le Bovey-coal. On avait d'abord pris cette substance pour une terre marneuse saturée de pétrolle; mais l'auteur anglais a reconnu que c'était un véritable bitume. L'analyse qu'il en a faite a montré que cette substance est *sui generis*, qu'elle est en partie composée de résine et en partie du bitume appelé asphalte. La proportion de la résine est de 55 sur 100; celle de l'asphalte de 44. C'est là un exemple avéré d'une substance trouvée au milieu de circonstances qui en font un minéral, quoique par ses caractères elle appartienne en grande partie au règne végétal.

De ses expériences et de ses savantes recherches, M. Hattchett a tiré les conclusions générales suivantes: c'est que dans les bitumes, le procédé de la transformation du végétal en minéral a été complet, tandis que dans le Bovey-coal et dans la substance qui l'accompagne, la nature paraît n'avoir achevé que la moitié de son travail et par quelque cause inconnue s'être arrêtée au milieu du procédé bituminisant.

Enfin M. Hutton a prouvé encore cette même origine de la houille par la décomposition des végétaux, en reconnaissant nettement au microscope dans les lames très-minces de houille la texture des plantes originaires (1). Il a observé de plus dans le charbon minéral des cellules arrondies remplies d'une matière bitumineuse jaune. L'auteur pense qu'elles sont dues à la texture réticulée de la plante mère, et qu'elles ont été arrondies et confondues par l'énorme pression à laquelle la masse végétale a dû être soumise.

Cette première question de la formation des houilles ainsi résolue, il s'en présente une autre fort intéressante pour la géologie, c'est celle de savoir si les houilles doivent leur origine à des dépôts tourbeux ou à des dépôts ligniteux?

Tout ce que nous avons dit des différentes formations des dépôts tourbeux et des accidents qui modifient les apparences de la matière, pourra peut-être jeter quelque jour sur cette partie de la géologie. Il me sera permis du moins d'exposer mon opinion et de la soutenir par quelques observations qu'on peut ne pas admettre comme preuves, mais qui suffiront pour excuser une conviction personnelle.

Tous les amas de combustibles minéraux ont été formés de deux manières, ou par des dépôts que j'appellerai extérieurs ou accidentels, ou par entassement de végétaux qui ont cru sur les lieux mêmes où on les trouve enfouis.

Toutes les tourbières qui existent, du moins celles qui ont été reconnues et décrites

(1) Tome 3 du *Philosophical Magazine*.

de manière à permettre une conclusion, appartienent au second mode de formation; c'est-à-dire qu'elles doivent leur origine à un amas de végétaux qui ont vécu sur les lieux mêmes et qui n'ont point été charriés.

Tous les dépôts ligniteux bien déterminés au contraire, proviennent de végétaux ou entassés par une cause extraordinaire, un bouleversement, un cataclisme, ou charriés par les eaux, réunis en un même lieu par des courants, et dans l'un et l'autre cas, soustraits à l'action de l'air par la superposition de couches étrangères.

Les dépôts houillers, ceux de la formation la plus générale et la mieux déterminée, sont composés de végétaux qui n'ont point été entraînés par les eaux et qui ont crû sur place; ils se rapprochent donc par leur origine de nos tourbières actuelles.

Ce fait est constaté : 1° par l'étude des végétaux dont les empreintes sont restées visibles dans la houille et surtout dans les schistes qui la recouvrent. Ces végétaux appartiennent surtout aux familles des fougères, des lycopodes et des prêles. Ce sont non-seulement leurs tiges qui restent visibles dans la houille, mais aussi leurs feuilles encore attachées aux rameaux les plus frêles. Or il est évident qu'un transport par des courants aurait détruit ces parties délicates, pour ne laisser que des restes incomplets. Il faut donc que les plantes de la houille aient vécu sur place.

Les espèces qui ont donné lieu à la houille ont dans leur forme la plus grande ressemblance avec les plantes tourbeuses. On y rencontre généralement ces formes allongées qui semblent particulières aux espèces nourries d'une grande quantité de gaz carbonique, d'immenses roseaux, des palmiers dont nos graminées ne sont qu'une miniature. On y trouve aussi en abondance des fougères et des lycopodes qui, dans des dimensions énormes, rappellent nos mousses tourbeuses.

L'analogie n'est pas moins remarquable quand on considère les familles qui ont formé ces deux substances combustibles. M. Ad. Brogniart compte dans les houilles : *a)* une dizaine de *Fucoïdes*. Or cette famille est rapprochée par les botanistes de celle des *Fucacées*, plantes marines, appartenant essentiellement aux climats du nord, où elles composent presque exclusivement plusieurs dépôts tourbeux marins. *b)* Dix-neuf espèces d'*Equisétacées* ou de *Prêles*. Or les *Prêles* remplissent les fosses tourbeuses lacustres et se rencontrent également en grande abondance dans les tourbières des montagnes. Les *Chara*, qui croissent en immense quantité dans toutes nos eaux dormantes, en sont la famille la plus voisine. *c)* Plus de cent-vingt espèces de fougères, et près de soixante-dix espèces de lycopodiacées, plantes cryptogames vasculaires, qu'on peut rapprocher de nos cryptogames cellulaires. Nos tourbes renferment aussi plus de soixante-dix espèces de mousses, cinq ou six espèces de lycopodes et autant de fougères. *d)* Dix-huit à vingt espèces de palmiers, de cannées et de phanérogames monocotyledones en gé-

néral. Les tourbes, comme nous l'avons vu, sont essentiellement formées de ces phanérogames monocotylédones à feuilles longues et coupantes, telles que laiches, joncs, roseaux, gramens, etc. Les arbres et les arbustes qui vivent sur les hauts marais, comme les pins et les bouleaux, paraissent remplacer les grandes espèces herbacées et les palmiers des marais anciens. Enfin, de même que dans les houilles on ne distingue aucune plante dicotylédone bien caractérisée, de même, dans la tourbe, est-il impossible de reconnaître aucune trace des végétaux dicotylédones qui vivent sur le marais, à part quelques troncs d'arbres et d'arbustes.

2° Dans les houillères, les couches du charbon le plus dense et le meilleur se trouvent au milieu ou au fond des dépôts. Ainsi en est-il pour les tourbes, en général pour tous les dépôts de combustible formés par entassement successif et lent des végétaux de la surface. Dans les lignites, le contraire a généralement lieu, et c'est près de la surface que la décomposition par l'action lente de l'oxigène se fait avec le plus de force. Car après la superposition des couches étrangères au ligneux entassé, c'est vers cette partie que l'air arrive avec le plus de facilité.

3° Les schistes, les psammites, etc., qui recouvrent les houillères, ne sont autre chose que des marnes durcies par le dessèchement, la compression et les actions minérales. Il faut qu'ils aient été déposés par des eaux tranquilles, puisqu'ils ont pour ainsi dire incrusté les végétaux de la surface des marais anciens, dont ils ont conservé les empreintes. Si les végétaux de la houille avaient été entassés par accident, ils seraient recouverts de terrains tout différents, semblables à ceux qui recouvrent les lignites, tels que dykes de basalte, cailloux roulés, débris calcaires, etc. La marne ou le limon qui recouvre les dépôts tourbeux de notre époque, garde aussi les empreintes des derniers végétaux qui ont vécu à la surface du sol. On les y retrouve encore bien conservés et très-visibles quand déjà la tourbe a pris une apparence charbonneuse et compacte, et qu'on ne peut plus y reconnaître aucune trace des constituants primitifs.

4° Souvent la houille repose immédiatement sur les terrains primitifs les plus anciens. Dans ces circonstances, la matière se présente sous la forme d'amas ou de dépôts qui paraissent avoir rempli la partie élevée des bassins ou vallées formés par le sol primitif. Or, qu'est-ce autre chose que ces vastes marais tourbeux qui s'établissent au bout des grands lacs et qui s'avancent jusqu'à la partie où le bassin commence à s'enfoncer et où l'eau devient profonde. Si jamais par quelque nouveau bouleversement nos lacs jurassiques étaient desséchés, si de nouveaux terrains s'établissaient sur l'étendue qu'ils baignent de leurs ondes, on trouverait dans la suite des siècles des couches de houille dans les parties les plus élevées des bassins ou des vallées que ces lacs remplissent. Ces bancs de houille seraient sans doute très-minces, et aucune comparaison ne peut

s'établir entre le phénomène de formation des temps passés et celui des temps actuels. Car alors la force de la végétation était immense comparée à ce qu'elle est maintenant: alors, les fougères étaient des arbres de plus de cent pieds de haut; les espèces analogues à nos mousses et à nos lycopodes, qui n'ont guère que quelques pouces de hauteur, atteignaient deux à trois cents pieds de longueur, les joncées avaient également des proportions gigantesques. Sans doute aussi l'atmosphère était alors plus chargée d'acide carbonique, puisque la terre n'était pas encore habitable pour les animaux respirant l'air élastique, et le sol d'ailleurs saturé comme l'air d'une humidité très-abondante. C'était l'époque de la vie végétale, et l'on comprend comment toutes les circonstances favorables à la formation de la tourbe se trouvant réunies, cette matière devait s'établir en dépôts énormes dans tous les lieux humides.

5° Je trouve encore dans l'examen des dépôts houillers, sous le point de vue géographique, sinon une preuve en faveur de mon opinion, du moins une grande probabilité. La zône dans laquelle est renfermée la formation tourbeuse actuelle est à peu près la même que celle de la formation de la matière combustible dans les temps anciens. A mesure qu'on descend vers le sud de l'Europe, les dépôts houillers disparaissent ou deviennent peu puissants. En Espagne on en trouve quelques couches fort minces; à peine en voit-on quelques traces en Italie. Dans les contrées orientales de l'Europe, on ne voit plus de houille en dehors des limites où la tourbe cesse de se produire, et dans le nord les couches de charbon minéral diminuent en épaisseur tout en prenant une grande étendue. On en a observé en Sibérie, non loin du fleuve Léna, dans l'île de Berésow, sur la première Selowa; mais quoique très-vastes dans leur étendue horizontale, elles n'ont que dix à onze pouces d'épaisseur. Or, il en est de même des marais tourbeux de la zône glacée; ceux-ci aussi couvrent des surfaces immenses, mais la tourbe atteint à peine quelques pouces de profondeur. La véritable région des houilles est la même que celle des tourbes. On rencontre les dépôts de charbon minéral les plus riches et les plus vastes dans l'Ouest de la France, en Belgique, dans le nord de l'Allemagne, et surtout dans les îles Britanniques. On a reconnu des couches puissantes de ce combustible dans les îles de la Baltique, dans la Suède et la Norvége. On en trouve dans le nord de l'Amérique, au Canada, surtout vers les bords du fleuve St. Laurent, dans la Nouvelle Ecosse et aux Etats-Unis. La houille est connue en Chine et au Japon; et si l'on descend dans l'hémisphère méridional, c'est dans la Nouvelle-Hollande, le midi du Brésil, qu'on en entend parler pour la première fois.

Je crois être en droit de tirer des conclusions assez importantes de la forme de quelques bassins houillers comparés à celle des bassins tourbeux qui les avoisinent. On connaît l'immense gîte carbonifère qui s'étend depuis Aix-la-Chapelle jusqu'au bord de

la mer vers le canal de la Manche. Sa forme semble avoir été déterminée par un vaste cours d'eau venant aboutir à la mer, sous les départements du Calvados et de la Manche. Et maintenant les bords de la Somme, tout le département du même nom et celui du Pas-de-Calais, sont tourbeux. Le bassin houiller de la Loire et de la Loire inférieure est étroit, mais il paraît s'étendre jusque sur les côtes de l'Océan. Près de l'embouchure s'étend un immense marais tourbeux qui a plus de 50 lieues de tour. Les environs de Rouen jusqu'à Caudebeck sont aussi tourbeux. Ici le cours d'eau qui peut-être a formé les couches de houille par la tourbe primitive, semble avoir coulé un peu plus au midi, la formation tertiaire qui a élevé les rivages de la Manche ayant rejeté vers le nord l'embouchure de la Loire. Je ne puis étendre davantage ces rapprochements géographiques qui me paraissent d'une grande importance, même pour aider la découverte des bassins houillers. Il vaudrait donc la peine de traiter ce sujet d'une manière spéciale, ou de l'ébaucher du moins avec tous les secours qu'on peut obtenir de la géographie au point où en est aujourd'hui cette science.

Ceux qui n'ont pas accordé à la houille une origine végétale ont fait quelques objections dont je tirerai parti pour étayer mon opinion. On a argué d'abord de la présence ou de l'absence des coquilles marines ou d'eau douce. Mais on sait que les dépôts tourbeux renferment dans leur matière une grande quantité de mollusques de ces deux genres, suivant que les tourbes appartiennent à la formation marine ou à celle d'eau douce. Les tourbières émergées, celles de nos montagnes jurassiques, par exemple, ne renferment jamais de débris visibles de coquilles.

On a objecté que dans les couches de houille, dans la matière même, on ne voit point de traces de végétaux discernables, mais qu'on les observe dans les schistes superposés, et que les empreintes parfaitement conservées semblent attester que la matière des dépôts houillers ne peut avoir été formée de végétaux parfaitement décomposés. Mais le même phénomène se produit encore sous nos yeux dans les anciennes tourbières recouvertes de marne qui, comme nous l'avons vu, conserve les empreintes végétales de la surface, tandis que dans la tourbe même, qui forme un tout compact, on ne retrouve que les grands corps ligneux ou quelques espèces de mousses dont les formes paraissent indestructibles. Les couches de terre noire qu'on trouve même souvent superposée aux gîtes carbonifères, ont la plus grande ressemblance avec les couches d'humus qui couvrent souvent nos tourbières dans une épaisseur assez considérable.

On a dit que la hauteur où se rencontrent certains bassins houillers, comme celui que Leblond a observé dans les Cordillères à 4,400 mètres d'élévation, ne permet pas d'admettre que ces dépôts de combustibles aient été charriés par les eaux. Mais la présence de grandes et profondes tourbières dans les montagne élevées, dans les Alpes

par exemple, où on les rencontre de nos jours jusqu'à 8,000 pieds au dessus du niveau de la mer, expliquerait encore la formation de ces dépôts houillers à de si grandes hauteurs, alors même que l'on n'admettrait pas que les Cordillères ont été soulevées longtemps après la déposition de la houille. Car il n'est pas besoin de dire que la limite des neiges est dans les Cordillères des Andes à plus de 6,000 pieds au-dessus de celle des Alpes.

On a prétendu encore que l'alternance des couches de psammites, de schistes et de houille répétée régulièrement et un grand nombre de fois dans les terrains houillers, ne permet pas de concevoir comment auraient pu s'accumuler et se former ainsi exclusivement ces deux ordres de sédiments auxquels on assigne une origine si différente. A cet égard, mon opinion diffère peut-être complètement de celle de certains géologues. L'analogie des faits observés dans les tourbières de Hollande est encore ici mon argument. Nous avons vu, en effet, que dans un sondage près de Rotterdam on a trouvé d'abord sous quelques pieds de marne 20 pieds de tourbe, puis 14 pieds d'argile légère et blanchâtre, puis 18 pieds de tourbe, puis enfin 14 pieds d'argile, etc. Or, pour nous rendre compte de ces formations superposées, nous n'aurons pas, on le comprend, recours à la singulière explication de de Luc, qui prétend que c'est ou la tourbe fluide qui a coulé sous les couches inférieures, ou que le sol s'est enfoncé; mais nous observerons simplement qu'il y a eu naturellement dans les grands bassins où la tourbe s'est formée, surtout sur les rivages bas, près de l'embouchure des fleuves, des changements prolongés dans le niveau des eaux. N'en trouve-t-on pas une preuve dans cet envahissement du Zuidersee, qui a recouvert de ses eaux des terres jadis fertiles et même des villes et des villages dont on aperçoit encore les traces dans les ondes claires et tranquilles? Ces variations, qui semblent n'avoir été que partielles et locales dans notre époque, mais qui doivent avoir été générales et répétées pendant l'époque essentiellement humide de la formation houillère, ces variations, dis-je, ont amené sur les dépôts tourbeux les parties limonneuses entraînées par les grands fleuves ou y ont facilité la croissance de la tourbe, suivant la profondeur du liquide.

On objectera peut-être qu'aucune observation ne peut être appelée en aide à notre raisonnement pour décider la question. Mais cette transformation de la tourbe, qu'un grand nombre d'observateurs ont vue s'opérer dans le fond des dépôts et arriver à un état de carbonisation si rapproché de la houille ou des lignites, qu'ils n'ont su dans quelle catégorie ranger cette substance, qu'est-elle donc? Que manque-t-il à cette matière pour être entièrement bituminisée et convertie en houille, si ce n'est la pression des couches supérieures et l'action des éléments minéralisateurs pendant un espace de temps prolongé? Qu'est donc encore cette sémi-transformation de la résine en bitume observée par M. Hatchett?

Les lignites diffèrent essentiellement des houilles par leur situation. Ils gisent en bancs ou amas plus ou moins épais dans les terrains d'argile, de sable, et dans les terrains d'alluvion, et le sable et les cailloux roulés qui les recouvrent ordinairement ont souvent une épaisseur considérable. Toutes les observations recueillies sur les vrais dépôts de lignites prouvent qu'ils sont dûs à un entassement de grands végétaux entraînés par les eaux ou réunis par quelque circonstance fortuite, dont les accidents de notre époque peuvent facilement donner une idée.

On sait que les grands fleuves de l'Amérique, le Mississipi, par exemple, entraînent dans leur cours d'immenses radeaux naturellement formés par la réunion d'une grande quantité de troncs d'arbres. Ces masses ligneuses s'arrêtent parfois près de l'embouchure ou dans le lit des fleuves, et s'y entassent de manière à acquérir une épaisseur et une étendue considérables. Ces grands dépôts de bois, recouverts par les sables et les cailloux, deviendront, sous l'influence du temps, des lignites. Ainsi se sont formés les bassins ligniteux des bouches du Rhône, situés dans un terrain tertiaire d'eau douce inférieur; ceux des bords du Rhin; les nombreux gîtes du bassin de la Seine dans le limon d'attérissement. Ils sont remplis d'arbres à demi bituminisés, dont le tissu ligneux est parfaitement conservé, et ils appartiennent à des espèces indigènes. Ces lignites du bassin de la Seine peuvent donner une juste idée de la formation générale de ce combustible; car les arbres n'y sont encore qu'à demi bituminisés ou carbonisés. Les parties qui n'ont pas encore subi la transformation lente, sont dans un état de mollesse extrême, ce qui peut donner la raison de la forme ovale ou aplatie qu'on observe souvent dans les troncs passés à l'état de lignites. Ces dépôts ligniteux de dernière formation, comme l'est celui du bassin de la Seine, sont très-difficiles à distinguer de la tourbe, et c'est dans leur matière qu'on a trouvé des têtes d'antilopes, le cerf d'Irlande dont nous avons parlé, des éléphants, des bœufs, etc.

Mais les débris ligneux qu'entraînent les fleuves ne s'arrêtent pas toujours dans leur cours ou près de l'embouchure. Jetés à la mer, emportés par les courants, ils vont s'entasser sur des rivages lointains dans les contrées septentrionales surtout, où ils forment aussi des dépôts ligniteux.

Telle est sans doute la première origine du Suturbrand de l'Irlande, qui n'est qu'un amas de souches ligneuses métamorphosées par l'action volcanique. Telle est encore la cause première de ces puissantes couches de lignites du Calvados, de la Somme, du Pas-de-Calais, de la Manche surtout. Ici la matière se montre parfois à nu à la marée basse, tandis qu'elle est recouverte à marée haute par les flots de la mer. Les dépôts ligniteux marins sont composés de bois confusément mélangés avec une grande quantité de plantes herbacées, c'est-à-dire, de bois flottés, arrêtés sur les rivages et parmi lesquels les végétaux marins ont crû avec une grande activité pour en augmenter la masse.

Enfin les bois qui se sont transformés en lignites peuvent avoir été enfouis par des éboulements, par quelque bouleversement du sol ou par une immersion subite, car des dépôts ligniteux sont recouverts d'énormes masses de basalte, de calcaire, etc. Près du Locle (Jura), on a découvert, en creusant des fondations, de grands arbres couchés tous dans le même sens, les uns à côtés des autres, et sous la couche de marne qui sans doute les a renversés en glissant sur les parois de la vallée. Le ligneux de ces arbres, quoique bien conservé, est cependant ramolli dans toute la longueur des souches. Nous avons vu que le lac d'Etaillères (Jura) s'est formé par l'enfoncement subit d'un sol couvert de forêts. Le fond de ce lac est donc rempli d'arbres. Ne sont-ce point là les premiers matériaux préparés pour la formation des lignites.

D'après cela, les dépôts ligniteux ne peuvent appartenir à une formation fixe et bien déterminée. On les trouve un peu partout, sans aucun ordre géographique ou géologique; seulement la matière qui les compose est dans un état de décomposition plus avancée et se rapproche davantage de la houille lorsque les lignites sont plus anciens. Alors on distingue très-difficilement ces deux combustibles, et c'est là sans doute ce qui a jeté tant d'incertitude sur leur classification et sur l'étude qu'on en a faite.

Les bitumes dont nous ne dirons que quelques mots, ont été formés par les résines des grands amas de végétaux, des lignites surtout. Car les arbres qui les composent sont essentiellement des espèces résineuses.

Toutes les lignites contiennent en quantité plus ou moins considérable l'huile connue sous le nom de pétrolle ou d'asphalte. La chimie reconnait dans ces bitumes une même origine, car ils renferment tous, dans des proportions variables, de l'hydrogène, du carbone et un peu d'oxigène. On y trouve des traces d'azote et souvent beaucoup de fer; mais on n'en obtient pas, par la distillation, l'ammoniaque que fournissent presque toutes les tourbes et les houilles; et ceci est encore une preuve de la formation de la houille par la tourbe et de celle des bitumes par les lignites, puisque dans les matières produites par entassement lent et prolongé sans mouvement, il a dû se trouver une très-grande quantité d'animaux surtout de mollusques qu'au contraire il en est resté fort peu dans les débris de bois flottés et réunis par accident.

Les couches asphaltiques alternent souvent avec les bancs de lignites. Ainsi, dans les mines d'asphalte de Lobsan, le calcaire et les marnes imprégnées d'asphalte sont séparés par un banc de lignites de 2 à 6 mètres d'épaisseur. L'asphalte est donc, on n'en peut plus douter, une imprégnation des sucs transformés de la matière végétale. Or la matière première peut avoir disparu, avoir été emportée et les roches imprégnées être restées sur place. Il est vrai que dans ce cas, l'explication de l'origine de l'asphalte offre quelque difficulté; mais l'inspection des localités peut jusqu'à un certain point nous

mettre sur la voie. Au Val-de-Travers, par exemple, les roches imprégnées de bitume et qui paraissent appartenir au terrain néocomien sont recouvertes d'une épaisse couche de sable et de cailloux roulés. Elles forment tout le long de la vallée et de chaque côté de petits monticules évidemment arrondis et ondulés par le frottement prolongé des eaux. C'est donc probablement l'eau qui a entraîné les dépôts ligneux qui primitivement couvraient le terrain néocomien; elle a creusé ensuite ce sol pour se faire un lit plus profond, et de chaque côté sur les rives sont restés ces monticules, fouillés maintenant avec tant de zèle par les spéculateurs pour en extraire l'asphalte.

On me pardonnera, je l'espère, cette courte digression sur les combustibles minéraux. Si les rapprochements établis ne fournissent pas de nouvelles lumières à la science, ils pourront peut-être faire mieux sentir cette vérité: c'est que la divine Prévoyance travaille depuis les temps les plus reculés à préparer le séjour de l'homme sur cette terre; c'est que la sagesse providentielle a semé jusqu'au fond des entrailles de la terre les fruits que l'humanité devait recueillir; c'est que l'homme a été le terme de toutes les métamorphoses de ce globe, et que cet être pour qui tant de choses ont été si merveilleusement préparées à l'avance n'est pas l'enfant d'un vain hasard, de même sa vie elle-même ne peut-être sans but.

TABLE DES CHAPITRES.

Pages

Avertissement. III

§ 1. Partie théorétique.

Introduction 1

Aspect général des marais tourbeux 4

Preuves de la formation de la tourbe 6

Opinions des auteurs modernes sur la formation de la tourbe 11

Exposé théorétique de la formation de la tourbe 24

Age probable des marais tourbeux 37

Reproduction de la tourbe 41

§ 2. Partie pratique.

Exploitation de la tourbe. 48

Valeur de la tourbe 64

Carbonisation de la tourbe 74

Culture des tourbières. 82

§ 3. Partie scientifique.

Chimie 90

Histoire naturelle des tourbières du Jura 97

Géographie des marais tourbeux 110

Situation des marais tourbeux et leur influence sur les formes continentales. 111

Influence des marais tourbeux sur la formation des sources 116

Influence des marais tourbeux sur la température et la salubrité de l'air. 119

Rapport entre les divers combustibles minéraux 127

ERRATA.

Page 3 ligne 6, s'oppose *lisez* préside.
» 15 » 12, amenée *lisez* amenés.
» 17 » 10, en remontant, que constituent, *lisez* qui constituent.
» 19 à la note, Thor *lisez* Thær.
» 28 » 13, sur les Verrières *lisez* sur les derrières.
» 28 » 15, déposées *lisez* disposées.
» 31 à la note, Guillaume Schimper *lisez* W. P. Schimper.
» 32 » 16, ils le recouvrent *liscz* il les recouvrent.
» 35 » 7, en remontant *hypnes flottantes* lisez *Hypnes flottants*.
» 35 » 2, id. mécacées *lisez* micacées.
» 37 » 10, id. fort éloignée *lisez* fort diverse.
» 43 » 8, id. la tourbe varie *lisez* la reproduction varie.
» 47 » 4, id. *bouzin* lisez *bousin*.
» 52 » 6, *supprimez* que.
» 61 » 14, combles *lisez* comble.
» 68 » 5, bouzin *lisez* bousin.
» 70 » 17, acres *lisez* ares.
» 73 » 6, 6000 *lisez* 600.
» 103 » 8, consume *lisez* retrouve.
» 109 » 10, *après* ont-ils *ajoutez* cité.
» 112 » 18, ait pu *liscz* n'ait pu.
» 113 » 20, mêlés *lisez* mêlée.
» 114 » dernière, Laudebeck *lisez* Caudebeck
» 117 » 9, d'Etailliers *lisez* d'Etaillères.